MADE in FRANCE

[Renon d'Chicagaroy, Bernard]
1777?B

E688 .R395d

John Carter Brown
Library
Brown University

CLC
II 84

A Paris chez Estienne Michallet
Premier Imprimeur du Roy.

zingeri del. et sculp.

RPJCB

DE LA

THEORIE

DE LA

MANŒUVRE

DES VAISSEAUX.

A PARIS,

Chez ESTIENNE MICHALLET, premier Imprimeur du Roy, ruë S. Jacques, à l'Image saint Paul.

M. DC. LXXXVIII.

De l'exprés Commandement de Sa Majesté.

RPJCB

PREFACE.

ON distingue d'ordinaire la Navigation en deux parties, qui sont, le Pilotage & la Manœuvre. Beaucoup de personnes ont donné des Theories de la premiere partie, mais je n'en sçache aucune qui en ait donné de la seconde. Ce n'est pas qu'on n'ait regardé de tout temps cette derniere partie comme la plus essentielle, particulierement pour ceux qui commandent, parce que c'est d'elle que dépendent les avantages que l'on peut prendre sur

les Ennemis, quand il s'agit de les attaquer, ou de les éviter; quand il faut profiter des vents, pour s'élever d'une coſte, pour doubler un Cap, ou une roche: ou enfin, pour faire une route, aprés qu'elle a eſté preſcrite par les regles de la premiere Partie. Mais quoy que la Manœuvre ait toûjours eſté l'objet de la principale application des Officiers, on n'y travaille que par la ſeule experience, ſans le ſecours d'aucune Theorie, & il faut par conſequent un temps fort conſiderable pour pouvoir devenir bon Manœuvrier. C'eſt ce qui a fait croire que ce petit Ouvrage pourroit eſtre utile, à ceux qui apprennent la Navigation.

Comme ſous le nom de Ma-

nœuvre, on comprend, non-seulement la diſpoſition des Mats, des Vergues, des cordages, & de toutes les autres machines qui ſervent au vaiſſeau; mais auſſi leurs uſages particuliers : il ſemble, que pour donner une Theorie complette de la Manœuvre, il auroit fallu commencer par une deſcription de toutes ces choſes. Mais, pour en pouvoir donner une idée diſtincte, il faudroit les faire voir ſur un Vaiſſeau, ou dans un modele qui les contint en petit; & l'on ne pretend parler icy, que de ce qui doit ſervir de Principe à la ſcience de profiter des vents le plus qu'il eſt poſſible; Ce qui conſiſte uniquement, à déterminer la ſituation la plus avantageuſe des voiles

& de la Proüe du vaiſſeau, par rapport au vent & à la route qu'il eſt à propos de faire. C'eſt ce qu'on a deſſein de donner dans ce Traité, ſans s'arreſter meſme à expliquer l'uſage particulier de chaque Manœuvre, parce qu'il ſera facile aprés cette connoiſſance de s'en bien ſervir, & que ceux qui auront beſoin de ce détail, pourront s'en inſtruire dans l'exercice de la Manœuvre, de Monſieur le Chevalier de Tourville.

L'on peut voir le partage de ce Traité, dans la Table des Chapitres.

A l'égard de la conduite de l'Ouvrage, il faut remarquer, que les veritez ſimples ont eſté demonſtrées par la Geometrie ordinaire. Qu'on s'eſt ſervy de

l'Analiſe, pour trouver les veritez plus compliquées, & que lors qu'elles ont parû trop compoſées, l'on a indiqué la maniere de le faire, & l'on a donné une maniere méchanique de les déterminer. Qu'on a negligé l'exactitude Mathematique, lors qu'une proportion commode a eſté ſenſiblement la meſme que la veritable; ce qui eſt ſouvent neceſſaire pour la pratique.

L'on a ſuppoſé, que le Lecteur avoit au moins une connoiſſance des principes de Geometrie & d'Analiſe. Ainſi, pour ne point interrompre ſon attention, l'on a paſſé quelques demonſtrations particulieres.

Pour la menager avec plus de ſoin, l'on a obſervé dans les Figures, de marquer de la meſ-

me maniere, les lignes qui repreſentent les meſmes choſes. Quand dans la meſme Figure, l'on a eſté obligé de repeter les meſmes lignes differemment ſituées, on les a tiré en points, & l'on les a marqué des meſmes lettres que les premieres, mais en petit Caractere. Les lignes qui ne ſervent qu'aux demonſtrations, ſont moins marquées que les autres.

TABLE
DES CHAPITRES.

CHAP I. *DE la force du vent contre les voiles, & de la force de l'eau contre le gouvernail.* 1

CHAP. II. *Du mouvement du Vaisseau en general, & de la maniere de connoistre la derrive du Vaisseau, si l'on doublera une roche, & si l'on gagnera un lieu où l'on veut aller.* 13

CHAP. III. *De la maniere de connoistre si l'on est au vent, ou sous le vent, d'un autre bastiment à la voile, ou d'un lieu où l'on veut aller.* 25

CHAP. IV. *De la maniere de déterminer la situation la plus avantageuse de la voile & de la Proüe, pour tenir le vent le plus qu'il est possible.* 31

CHAP. V. *De la maniere de déterminer les differentes derrives, qui dépendent des differentes ſituations de la proüe du vaiſſeau par rapport à la voile. Et de la maniere de déterminer le plus petit angle que peut faire la ligne de la route, avec la ligne qui repreſente la ſituation de la voile.* 51

CHAP. VI. *De la ſituation la plus avantageuſe de la voile & du vaiſſeau, par rapport au vent, & à quelque route qu'on veüille faire.* 57

CHAP. VII. *De l'angle que le gouvernail doit faire avec la quille du vaiſſeau, pour prendre vent devant, ou pour arriver vent arriere, le plus promptement qu'il eſt poſſible.* 66

CHAP. VIII. *De la maniere de déterminer méchaniquement la ſituation la plus avantageuſe des voiles & de la proüe d'un navire, tant pour gagner au vent, que pour faire quelque route que ce puiſſe eſtre, ou pour donner chaſſe à un baſtiment,* 74

CHAP. IX. *Avis pour la Pratique.* 85

DE LA THEORIE DE LA MANŒUVRE DES VAISSEAUX.

CHAPITRE I.

De la force du vent contre les voiles, & de la force de l'eau contre le gouvernail.

I.

QUOYQUE les voiles d'un baſtiment ne ſoient pas plattes lors qu'elles ſont enflées par le vent ; on ne laiſſera pas de

les conſiderer d'abord comme telles, parce que l'on determinera leurs ſituations & leurs figures les plus avantageuſes, de ce que l'on aura conclu pour les ſuperficies planes.

II.

Les matieres fluides & liquides, telles que ſont l'air ou l'eau, ſont conſiderées comme eſtant compoſées de petits corps qui ſe meuvent parallelement les uns aux autres; ainſi ce que l'on dira de l'un de ces petits corps à l'égard d'une ſuperficie plane, pourra s'entendre de tous les autres, parce qu'ils rencontreront tous cette ſuperficie de la meſme maniere.

III.

Le mouvement d'un corps à l'égard d'une ſuperficie, peut eſtre de trois manieres, perpendiculaire, parallele, ou incliné.

IV.

Si le mouvement eſt perpendiculaire, comme en cette premiere figure, où la ligne C D repreſente une ſuperficie plane, & la ligne A B, perpendiculaire ſur C D, repreſente la ligne que le corps A deſcrit par ſon mouvement ; Il eſt évident que le corps A pouſſera de toute ſa force la ſuperficie C D, parce qu'elle eſt entierement oppoſée à tout le mouvement de ce corps; cette force, s'appellera ſa force abſoluë qui peut eſtre exprimée par la quantité A B que le corps A parcourt, & elle augmentera ou diminuëra dans la meſme proportion que la vîteſſe du corps.

V.

Si le mouvement eſt parallele, comme en cette ſeconde figure, où C D repreſente une ſuperficie pla-

ne, & A B la ligne du mouvement du corps A, qui eſt parallele à C D; il eſt évident, que le corps A ne pouſſera point la ſuperficie C D, parce qu'elle n'eſt nullement oppoſée à ſon mouvement. Ainſi toutes les fois que le mouvement d'un corps ſera parallele à une ſuperficie, on pourra conclure que cette ſuperficie n'en recevra aucune impreſſion.

V I.

Enfin, ſi le mouvement eſt incliné, comme en cette troiſiéme figure, où C D repreſente une ſuperficie plane, & A B la ligne du mouvement du corps A, qui fait avec la ſuperficie C D, l'angle d'incidence A B C; le corps A, allant du point A au point B, peut eſtre conſideré comme ayant deux mouvemens par rapport à la ſuperficie C D, dont l'un eſt perpendiculaire

à cette ſuperficie, & l'autre parallele.

DEMONSTRATION.

Soit tiré A E & B F perpendiculaires ſur C D, & A F parallele à la meſme ligne. Il eſt évident, que le corps A, allant du point A au point B, ſe meut dans le ſens de la determination A E de la quantité A E, & que dans le ſens de A F, il ſe meut de la quantité A F; la quantité de mouvement A F, eſt parallele à la ſuperficie C D, &, par l'article precedent, ne fait aucune impreſſion ſur cette ſuperficie, il n'y a donc que le mouvement dans la determination de A E qui faſſe impreſſion : mais la ſuperficie eſt entierement oppoſée à tout le mouvement de cette determination, &, par l'article 4. ce mouvement fera toute ſon impreſſion ſur elle.
Donc, ſi A B eſt la vîteſſe, ou la force

abſoluë, avec laquelle le corps A iroit frapper une ſuperficie perpendiculaire au mouvement A B ; la ligne A E eſt la vîteſſe, avec laquelle le meſme corps A frappe la ſuperficie C D. Par conſequent A E, repreſentera la force relative, du corps A, à la ſuperficie C D.

Si du point B comme centre & de l'intervalle A B on décrit un cercle, comme dans la quatriéme Figure A B ſera le Rayon, & A E le ſinus de l'angle d'incidence A B E. Ainſi, la force abſoluë du corps A, eſt à ſa force relative à la ſuperficie C D, comme le Rayon, eſt au ſinus de l'Angle d'incidence. Il en eſt de meſme, à l'égard de toutes les ſuperficies diverſement inclinées au mouvement de ce corps ; Donc les forces relatives à ces ſuperficies, ſont entr'elles, comme les ſinus de leurs Angles d'incidence.

VII.

S'il y avoit donc un meſme nombre de petits corps d'une matiere fluide, qui frapaſſent des ſuperficies diverſement inclinées ; les forces relatives de cette matiere, à ces ſuperficies, ſeroient entre elles, dans la meſme proportion que celles d'un ſeul corps, c'eſt à dire, comme les ſinus de leurs Angles d'incidence. Mais il y a un plus grand nombre de ces corps qui frappent les ſuperficies qui ſont moins inclinées, que les ſuperficies qui le ſont plus, & cela encore dans la proportion des ſinus des Angles d'incidence ; Donc, ces forces relatives ſeront entr'elles, en raiſon doublée des ſinus de leurs Angles d'incidence, ou, ce qui eſt la meſme choſe, comme les quarrez de ces ſinus ſont entre eux.

DEMONSTRATION.

Soit, dans la cinquiéme Figure, le cercle C A G dont B ſoit le centre, C D repreſentant une ſuperficie à laquelle la ligne du mouvement A B ſoit perpendiculaire, G E repreſen-ſentant une autre ſuperficie inclinée au mouvement A B dont l'angle A B E eſt l'angle d'incidence. Soient tirées les lignes, C L, G N, A B, P O, D M, paralleles entre elles, & E F parallele à C D. Il eſt évident, que tous les petits corps, ou toute la quantité de la matiere fluide, qui eſt contenuë entre les lignes C L & D M, va frapper perpendiculaire-ment la ſuperficie C D, & qu'il n'y a que celle qui eſt contenuë entre les deux lignes Q N & P O qui frap-pe contre la ſuperficie E G; Ces deux quantitez de matiere ſont entr'elles, comme l'eſpace contenu entre les deux premieres lignes, eſt à l'eſpace

contenu entre les deux dernieres, c'eſt à dire, comme C D, eſt à P Q, ou, comme A B, eſt à F E qui en ſont les moitiez, ou enfin, comme le Rayon eſt au ſinus. Mais, par l'article precedent, chacun de ces petits corps frappe plus fort la ſuperficie C D, que la ſuperficie E G, encore dans la meſme proportion du Rayon à ce ſinus. Donc cette matiere fluide frappe plus fort la ſuperficie D C, qu'elle ne fait la ſuperficie E G, en raiſon doublée, du Rayon, au ſinus de l'Angle d'incidence, c'eſt à dire, comme le quarré du Rayon, eſt au quarré du ſinus de l'Angle d'incidence. D'où il ſuit, que les forces relatives d'une matiere fluide à des ſuperficies diverſement inclinées, ſont entre elles, comme les quarrez des ſinus de leurs Angles d'incidence ; ce qu'il falloit demonſtrer.

VIII.

Si l'on veut avoir un rapport plus ſimple que celuy des quarrez, l'on trouvera, que la force abſoluë de la matiere, eſt à ſa force relative à une ſuperficie, comme le Diametre, eſt au ſinus verſe d'un angle double de l'angle d'incidence.

Demonstration.

Soit prolongée E F juſqu'en S, dans la meſme Figure, & ſoit tirée la ligne S R perpendiculaire ſur le diametre G E. Par l'article precedent, la force abſoluë, eſt à la force relative, comme le quarré de B E, eſt au quarré de E F, ou comme le quarré de G E, eſt au quarré de E S. Mais les trois lignes, G E, E S, E R, ſont en proportion continuë à cauſe des triangles ſemblables, G E S, S E R. Donc la premiere ligne G E qui eſt le diametre, eſt à la der-

niere E R qui eſt le ſinus verſe de l'angle S G E, comme le quarré de G E, eſt au quarré de E S, ou, comme la force abſoluë, eſt à la relative.

I X.

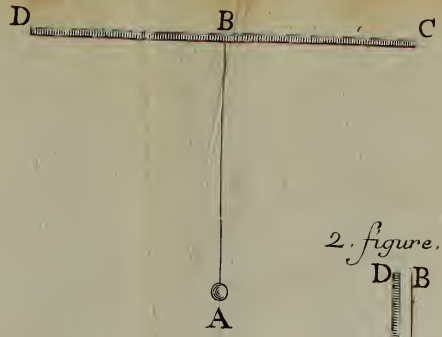
Une ſuperficie ne reçoit d'impreſſion que ſuivant une ligne qui luy eſt perpendiculaire, par l'Article 6. Ainſi dans la quatriéme Figure, le corps A, ne fait impreſſion ſur la ſuperficie C D, que dans la determination A E qui luy eſt perpendiculaire. Le point B, de cette ſuperficie, qui eſt frappé dans ce ſens, eſt pouſſé vers G ſuivant la ligne B G, & il en eſt de meſme de tous les autres points. Par conſequent, quelque incliné que ſoit le mouvement d'une matiere à l'égard d'une ſuperficie, cette ſuperficie ſera determinée à ſe mouvoir de meſme maniere, que ſi la meſme quantité de matiere l'al-

loit frapper perpendiculairement, avec la vîteſſe exprimée par le ſinus de l'Angle d'incidence ; c'eſt à dire avec une vîteſſe, qui ſoit à la vîteſſe abſoluë, comme le ſinus de l'Angle d'incidence, eſt au Rayon, ou avec une vîteſſe, qui ſoit à la vîteſſe abſoluë, comme le ſinus verſe d'un angle double de l'angle d'incidence, eſt au diametre.

X.

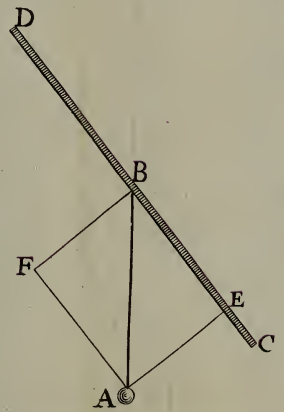
Conſiderant la voile comme une ſuperficie plane, & l'air eſtant une matiere fluide, les forces avec leſquelles le vent pouſſera la voile diverſement ſituée, ſeront entre elles, comme ſont les quarrez des ſinus des Angles d'incidence, ou comme ſont entre eux, les ſinus verſe des angles doubles des angles d'incidence ; & la voile ſera pouſſée ſuivant une ligne qui luy ſera perpendiculaire.

1. Figure.

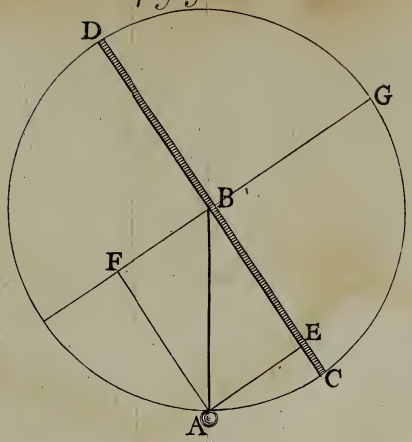


2. figure.

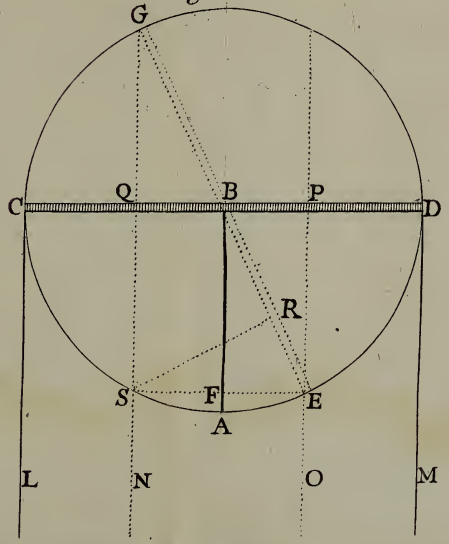
3. figure.



4. figure



5. figure.



X I.

Le gouvernail eſtant auſſi une ſuperficie plane, & l'eau une matiere liquide, les forces avec leſquelles l'eau pouſſera le gouvernail, ſeront entre elles, comme ſont les quarrez des ſinus des Angles d'incidence, comme ſont les ſinus verſe des angles doubles des angles d'incidence; & le gouvernail ſera pouſſé ſuivant une ligne qui luy ſera perpendiculaire.

CHAPITRE II.

Du mouvement du Vaiſſeau en general, & de la maniere de connoiſtre la derrive du Vaiſſeau, ſi l'on doublera une roche, & ſi l'on gagnera un lieu où l'on veut aller.

I.

SOit, dans la Figure premiere, le Vaiſſeau H M, la ligne droite

CD repreſentant la ſuperficie de la voile, la ligne droite AB repreſentant le vent qui va de A vers B, ſoit encore la ligne droite BG perpendiculaire ſur CD, & GK perpendiculaire ſur BK qui eſt la quille du vaiſſeau prolongée. Par le huitiéme Article du Chapitre precedent, la ſuperficie CD, eſt pouſſée par le vent AB, ſuivant la ligne BG. Ainſi, ſi le vaiſſeau fendoit l'eau de tous coſtez, avec la facilité qu'il a à la fendre avec ſa pointe, il iroit au point G, ſuivant la ligne BG; Parcourant cette ligne, il avanceroit de pointe, de la quantité BK, & de coſté, de la quantité KG. Mais comme le vaiſſeau eſt beaucoup plus long que large, il trouve beaucoup plus de difficulté à fendre l'eau avec le coſté, qu'avec la pointe; Ainſi dans la determination KG, il n'avancera pas de la quantité KG, il s'en faudra une quantité propor-

tionnée à la difficulté qu'il a de plus, à fendre l'eau avec le coſté qu'avec la pointe ; De ſorte que, par exemple, ſi la difficulté que le vaiſſeau trouve à fendre l'eau avec ſon coſté, eſt à celle qu'il trouve à la fendre avec ſa pointe, comme dix eſt à un, le vaiſſeau ne fera dans la determination K G, que la dixiéme partie de K G. Donc ſi l'on proportionne K G, à K L, comme la reſiſtance de coſté eſt à celle de pointe, & que l'on tire la ligne B L; le vaiſſeau ira au point L, ſuivant la ligne B L, dans le meſme temps qu'il auroit eſté au point G, s'il fendoit l'eau de tous coſtez avec la meſme facilité.

L'on appelle la partie K L la derive du vaiſſeau. L'Angle K B L l'angle de la derrive. L'Angle A B K l'angle de la quantité que le vaiſſeau preſente au vent; & quand cet angle eſt plus aigû, l'on dit que le vaiſ-

ſeau preſente plus au vent.

Il ſuit de tout cecy, que ſi l'on ſçavoit le rapport qu'il y a, de la reſiſtance que le vaiſſeau trouve à fendre l'eau avec ſon coſté, à celle qu'il trouve à la fendre avec ſa pointe, on determineroit la ligne de la route du vaiſſeau. Mais comme il ſeroit difficile de determiner ce rapport par la connoiſſance de la Figure & des proportions d'un vaiſſeau, voicy une pratique qui peut le faire connoiſtre:

I I.

Soit la coſte G C D F, dans la ſeconde Figure, les deux Bouſſoles A & B, dont les lignes A D & B E repreſentent les lignes de Nord & Sud, & ſoit la ligne droite A B C qui paſſe par le centre de ces deux Bouſſoles. Les deux lignes A D & B E regardent directement le Pole Septentrional : mais comme l'éloi-

gnement

gnement A B n'eſt pas ſenſible par rapport à la diſtance qu'il y a de ces Bouſſoles au Pole, les deux lignes A D & B E peuvent eſtre regardées comme paralleles ; ainſi l'angle D A C eſt égal à l'angle E B C, & par conſequent le point C de la coſte, eſt en meſme ſituation ou au meſme air de vent, à l'égard des deux Bouſſoles. Il n'y a que ce point de la coſte qui ſoit de cette maniere ; Car ſi l'on prend un autre point comme F, il eſt évident que l'angle F A D, eſt plus aigu que l'angle F B E, & par conſequent le point F n'eſt point en meſme ſituation à l'égard des deux Bouſſoles ; ſi l'on prend le point D au Nord de la bouſſole A, l'on verra qu'il fait un angle D B E avec le Nord de la bouſſole B ; Si, à l'Oëſt de la bouſſole B, on prend le point G, qui fait avec le Nord de cette bouſſole l'angle

droit GBE, l'on verra que ce point fait avec le Nord de la bouſſole A, l'angle GAD different de GBE. Il en ſera de meſme de tous les autres points de la coſte.

Il ſuit de tout cecy, que ſi un vaiſſeau fait ſa route à la veuë de la terre, & que ſa route aille vers cette terre ou s'en éloigne directement; il y aura un point de la coſte, qui ne changera point de ſituation à l'égard de la bouſſole qui ſera dans le vaiſſeau.

DEMONSTRATION.

Il faut s'imaginer, que le vaiſſeau tranſporte la bouſſole A, du point A au point B. L'on voit que le point C ne change point de ſituation à l'égard de cette bouſſole; Car eſtant au point B, elle ſe dirigera comme on a ſuppoſé que l'eſtoit la bouſſole B. Ainſi la

ligne droite que l'on tirera, ou que l'on imaginera, du vaiſſeau à ce point de la terre qui ne change point de ſituation, ſera la route du vaiſſeau.

III.

Il eſt aiſé preſentement de déterminer le rapport, de la reſiſtance que le vaiſſeau trouve à fendre l'eau avec ſon coſté, à celle qu'il trouve à la fendre avec ſa pointe.

Soit pour cela, dans la Figure troiſiéme, le vaiſſeau BM, la ligne AB repreſentant le vent, la ligne droite CD repreſentant la ſuperficie de la voile, la ligne BM la quille du vaiſſeau, ſoit la ligne BG perpendiculaire ſur CD, la ligne GK perpendiculaire ſur BM prolongée, & BL la ligne de la route du vaiſſeau, trouvée par l'article precedent, & qui coupe GK au point L.

Il a eſté dit, que ſi le vaiſſeau fendoit l'eau de tous coſtez, avec la facilité qu'il a à la fendre avec ſa pointe, il iroit au point G ſuivant B G, & feroit de coſté, ſuivant la détermination K G, la quantité K G. Mais comme il ne va qu'au point L, il ne fait de coſté que la quantité K L ; ainſi, il trouve plus de difficulté à fendre l'eau avec ſon coſté qu'avec ſa pointe, en meſme proportion, que K G, eſt plus grande que K L. Donc, la difficulté que le vaiſſeau trouve à fendre l'eau avec ſon coſté, eſt à celle qu'il trouve à la fendre avec ſa pointe, comme K G, eſt à K L.

I V.

Ce rapport une fois connû, ſervira toûjours à déterminer la ligne de la route du vaiſſeau. Car dans

quelque ſituation que l'on mette & le vaiſſeau & la voile, il n'y aura qu'à élever une ligne comme B G perpendiculaire à la voile C D, une autre comme G K perpendiculaire ſur la ligne de la quille prolongée ; faire que K G, ſoit à K L, comme la reſiſtance de coſté, eſt à celle de pointe, & du point B qui eſt au milieu de la voile, tirer la ligne droite B L, qui ſera la ligne de la route du vaiſſeau ; l'on aura par ce moyen, la quantité de la derrive, l'angle de la derrive, la quantité que l'on preſente au vent ; & l'on pourra connoiſtre, ſi l'on doublera un Cap, une roche, & ſi l'on gagnera un lieu où l'on veut aller.

V.

L'on a ſuppoſé juſqu'icy, que le vaiſſeau ſe meut parallelement à luy-meſme, c'eſt à dire que ſa quille eſt

toûjours dirigée par le gouvernail, ſur la ligne B M, ou ſur une autre ligne qui luy eſt parallele ; Voicy la maniere dont le gouvernail fait cet effet.

Demonstration.

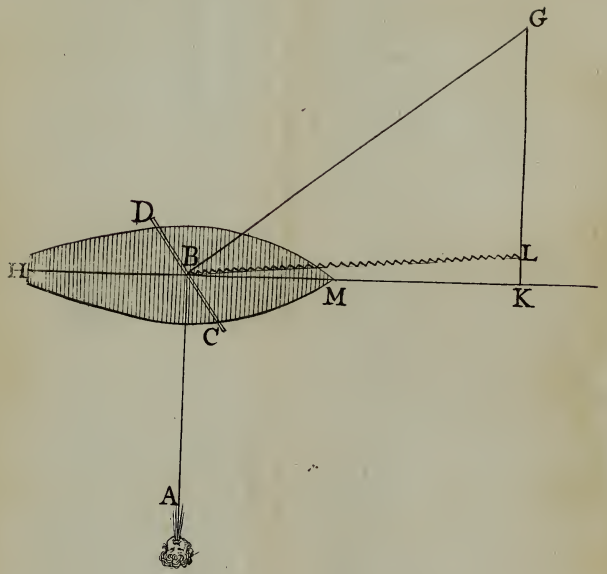
Soit, dans la Figure quatriéme, D M la figure du vaiſſeau, D C repreſentant le gouvernail, B G perpendiculaire ſur ce gouvernail, M D prolongée en G, & du point B qui eſt au milieu de D C, ſoit abaiſſée B F perpendiculaire ſur D G.

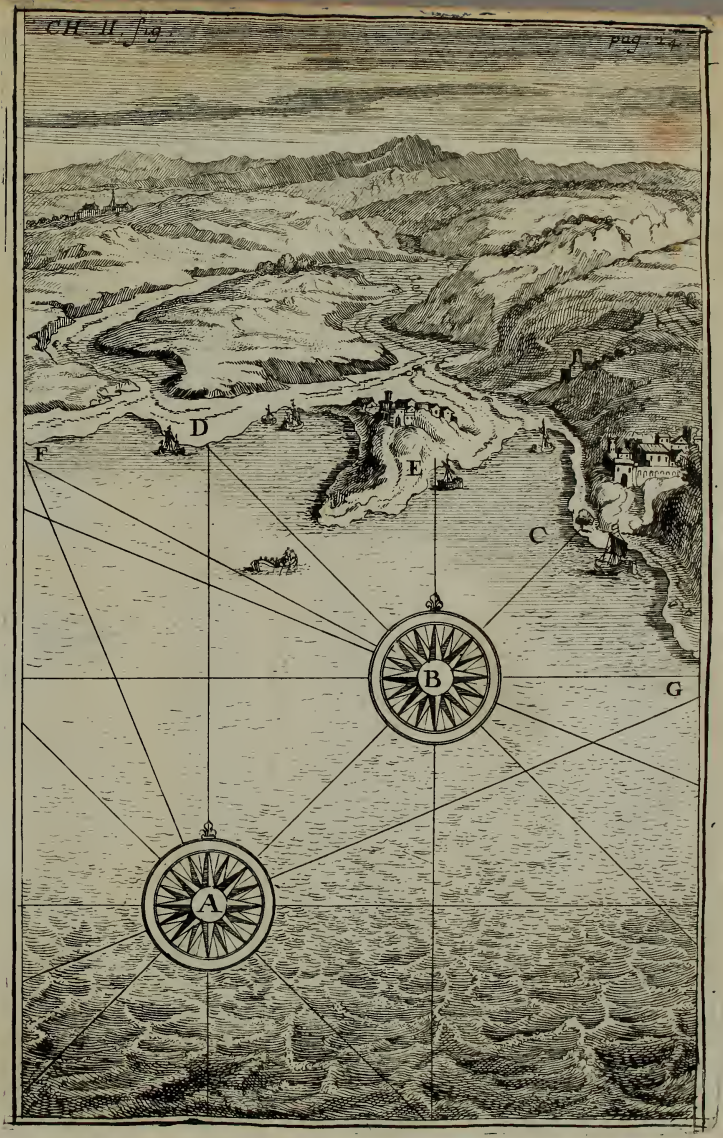
Le vaiſſeau va en avant ſelon la determination D M ; par conſequent l'eau frappe le gouvernail de la meſme maniere, que ſi le vaiſſeau eſtoit immobile, & que l'eau vint en arriere, avec la meſme vîteſſe dont le vaiſſeau alloit en avant, dans la détermination M D ou A B qui ſont paralleles. Par le huitiéme ar-

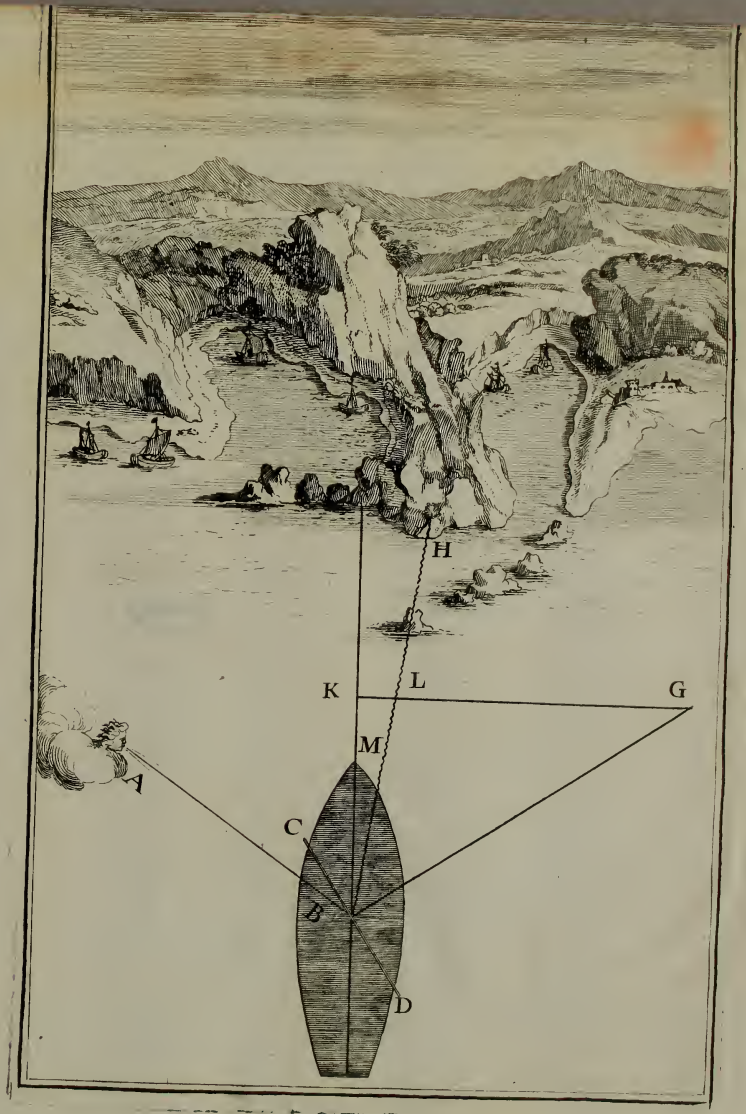
ticle du Chapitre precedent, l'eau qui vient de A vers B ſuivant A B, pouſſe le gouvernail ſelon la ligne B G. Par le troiſiéme article du meſme Chapitre, ſi B G repreſente la force avec laquelle le gouvernail eſt pouſſé, B F ſera la force avec laquelle il eſt pouſſé dans la détermination B F, & F G celle dont il eſt pouſſé dans la détermination F G. Mais comme le gouvernail tient au vaiſſeau par le point D, le vaiſſeau eſt auſſi pouſſé des meſmes quantitez ſelon ces deux determinations ; de ſorte que le point D ira vers X, & le point M vers Z ; le chemin de chacune de ces deux pointes ſera plus où moins grand, ſelon l'endroit ou ſera le centre de gravité du vaiſſeau : S'il eſtoit par exemple au point O, le chemin que le point M feroit vers Z, ſeroit à celuy que le point D feroit vers X,

comme MO, eſt à OD. Donc, par le moyen du gouvernail on peut diriger la pointe du vaiſſeau, l'on peut donc auſſi tenir le vaiſſeau parallele à luy-meſme, en preſentant toûjours la pointe au meſme air de vent.

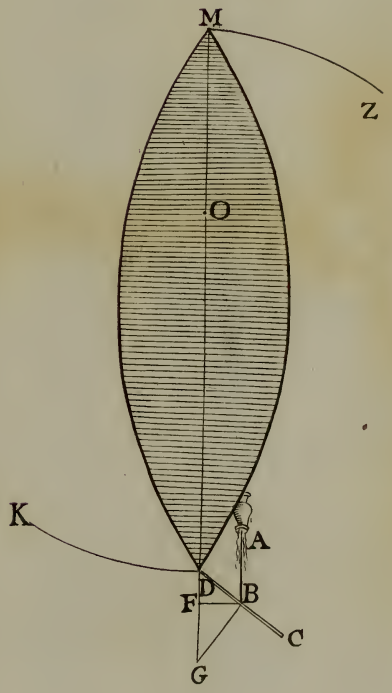
CH. II. *fig. 1.*




D
F
E
C
B
G
A


H
K
L
G
M
A
C
B
D

CH. II. *fig. 4.*



CHAPITRE III.

De la maniere de connoiſtre ſi l'on eſt au vent, ou ſous le vent, d'un autre baſtiment à la voile, ou d'un lieu où l'on veut aller.

I.

SOit, dans la Figure premiere, les lignes paralleles AB, NC, OD, qui repreſentent le vent allant de A vers B, & ſoient deux vaiſſeaux C & D. Si de l'un de ces vaiſſeaux l'on tire, avec * le compas de variation, la ligne CD perpendiculaire ſur la ligne du vent AB, & que cette ligne rencontre l'autre vaiſſeau, ces deux vaiſſeaux ſeront également au vent ; cela veut dire, que s'ils venoient à la rencontre l'un de l'autre, avec des circonſtances ſemblables, ils ſe rencontreroient dans un meſme point.

* C'eſt une Bouſſole avec des Pinnules.

DEMONSTRATION.

Soit, l'angle N C H la quantité que le vaisseau C presente au vent; l'angle O D I la quantité que le vaisseau D presente aussi au vent, l'angle H C L l'angle de la derrive du vaisseau C, l'angle I D L celuy de la derrive du vaisseau D, soit la ligne C L la route du vaisseau C, & la ligne D L la route du vaisseau D. Par la supposition, les angles N C D & O D C sont droits, &, à cause des circonstances semblables, l'angle N C L est égal à l'angle O D L, l'angle L C D sera donc égal à l'angle L D C, & la ligne C L égale à la ligne D L. Par consequent les deux vaisseaux allant également viste, parcoureront en mesme temps ces lignes égales, & se rencontreront au mesme point L.

II.

Si la ligne C E qui eſt tirée du vaiſſeau C perpendiculairement au vent, ne rencontre point l'autre vaiſſeau D, comme dans la Figure deuxiéme, & que cette ligne paſſe du coſté dont vient le vent, le vaiſſeau C ſera au vent du vaiſſeau D, de la quantité E D, c'eſt à dire, de la quantité dont la ligne C E eſt éloignée du vaiſſeau D.

DEMONSTRATION.

Soit, la ligne D P perpendiculaire à la ligne du vent A B, les deux lignes P L & D L qui ſe rencontrent dans un point L, & font des angles égaux avec la ligne D P, & ſoit P L parallele à C *l*. Par l'article precedent, ſi le vaiſſeau C eſtoit au point P, il rencontreroit le vaiſſeau D au point L. Mais dans le temps que le vaiſſeau C iroit du

point P au point L, il va du point C au point *l*, parce que C *l* eſt parallele à P L ; le vaiſſeau C ſe trouvera donc au point *l*, lors que le vaiſſeau D ſe trouvera au point L. Par conſequent, le vaiſſeau C ſera au vent du vaiſſeau D, de la quantité *l* L, C P, ou E D, qui ſont trois lignes égales.

III.

Ce que l'on vient de dire, explique ce que c'eſt qu'eſtre au vent, ſous le vent, également au vent, & ce que c'eſt que tenir également le vent ; Car deux vaiſſeaux tiennent également le vent, lors qu'eſtant une fois ſur une meſme ligne perpendiculaire au vent, ils s'y conſervent toûjours pendant leur route, ou lors que n'eſtant pas dans la meſme ligne perpendiculaire au vent, ils gardent toûjours dans leur courſe la meſme inégalité.

IV.

Deux vaiſſeaux qui ſont également au vent, c'eſt à dire, ſur une meſme ligne perpendiculaire au vent, peuvent s'y conſerver toûjours, & ſe rencontrer dans un meſme point, quoy que les lignes qu'ils parcourent ne faſſent point avec le vent des angles égaux ; pourveu que les vîteſſes de ces vaiſſeaux ſoient entr'elles, comme les longueurs des lignes qu'ils parcourent.

DEMONSTRATION.

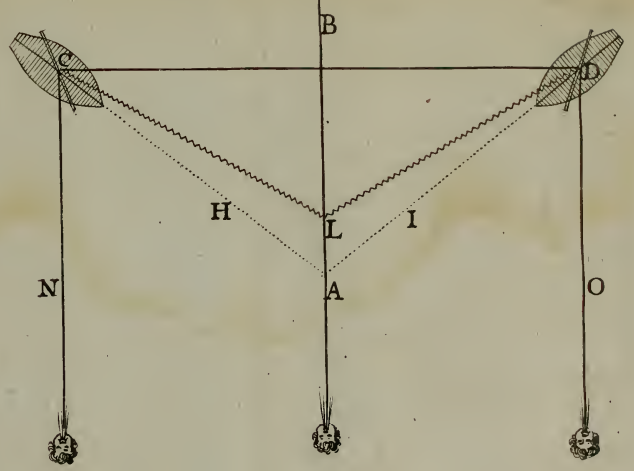
Soit, dans la troiſiéme Figure, deux vaiſſeaux C & D ſur la ligne CD perpendiculaire au vent, l'angle NCH plus petit que l'angle ODI. Si la vîteſſe du vaiſſeau D ſur la ligne DL qu'il parcourt, eſt à la vîteſſe du vaiſſeau C ſur la ligne CL, comme la longueur de la ligne DL, eſt à celle de CL, les

deux vaiſſeaux ſe rencontreront au point L. Car dans quelque temps que l'on conſidere ces deux vaiſſeaux, le vaiſſeau C aura parcouru une meſme partie de la ligne C L, que le vaiſſeau D, de la ligne D L; Ainſi, la ligne droite, que l'on tirera de l'un de ces vaiſſeaux à l'autre, coupant en meſme proportion les coſtez C L & D L du triangle C D L, ſera parallele à la baſe C D, & par conſequent, ſera perpendiculaire au vent. De ſorte que ces vaiſſeaux ſeront toûjours également au vent, & tiendront également le vent dans des circonſtances inégales.

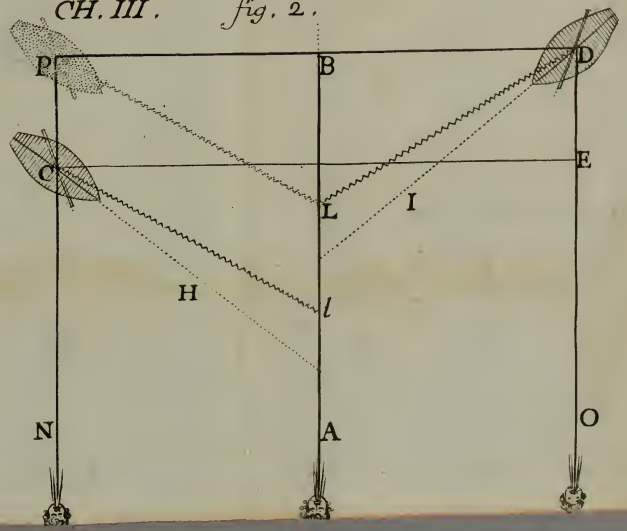
V.

Deux vaiſſeaux peuvent tenir également le vent, quoy qu'ils ne ſoyent pas également au vent, ny qu'ils n'aillent point l'un à l'autre avec des circonſtances égales. Cela arri-

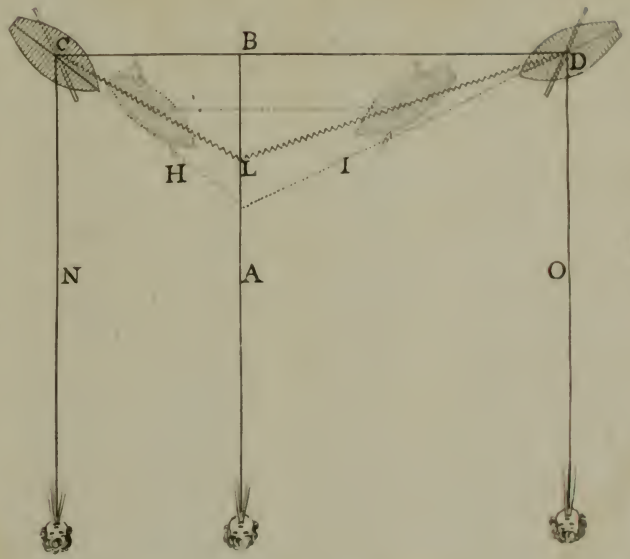
CH. III. fig. 1.



CH. III. fig. 2.



CH. III. fig. 3.



vera, lors qu'ils garderont toûjours la meſme inégalité entre eux, ce qui ſe voit aſſez de ce que l'on vient de dire dans les articles precedents.

CHAPITRE IV.

De la maniere de déterminer la ſituation la plus avantageuſe de la voile & de la Prouë, pour tenir le vent le plus qu'il eſt poſſible.

I.

SOit, dans la premiere Figure, AB la ligne du vent qui va de A vers B, B le vaiſſeau, BK la quille prolongée, CD la voile, BG perpendiculaire ſur CD, GK perpendiculaire ſur BK, BL la route du vaiſſeau ; en ſorte que KG, ſoit à KL, comme la reſiſtance que le vaiſſeau trouve à fendre l'eau avec ſon coſté, eſt à celle que

que le vaiſſeau trouve à la fendre avec ſa pointe. Prenant une autre ſituation de voile comme *c d*, décrivez du point B & de l'intervalle B G, le cercle G A ; élevez B*g* perpendiculaire ſur *c d*, *g k* perpendiculaire ſur B*k*, tirez B*l* dans les meſmes circonſtances que B L, & B*l* ſera la ligne de la route du vaiſſeau, prolongez C D en R, *c d* en *r*, tirez *l* O perpendiculaire au vent, A V ſinus de l'angle d'incidence A B R, A *u* ſinus de gle d'incidence A B *r*.

Par l'Article 1. du Chapitre 2, la voile eſtant dans la ſituation C D, le vaiſſeau iroit au point G s'il fendoit l'eau de tous coſtez avec la meſme facilité ; la voile eſtant dans la ſituation *c d*, le vaiſſeau iroit auſſi au point *g* s'il fendoit l'eau de tous coſtez avec la meſme facilité : Mais ſi l'on proportionne G K à K L & *g k* à *k l*, comme nous l'avons

l'avons dit dans la conſtruction, le vaiſſeau dans la ſituation de voile C D, ira au point L, & dans la ſituation *c d* ira auſſi au point *l*; mais B G & B *g* ſont égales; donc le vaiſſeau également pouſſé dans ces deux ſituations de voile, ira dans le meſme temps, ou au point L, ſi la voile eſt dans la ſituation C D, ou au point *l*, ſi la voile eſt dans la ſituation *c d*. Pour tenir également le vent dans ces deux ſituations; le vaiſſeau ne doit aller qu'au point P en parcourant B L, en meſme temps qu'il va au point *l* en parcourant B *l*, parce que les deux points P & *l* ſont dans la meſme ligne *l* O perpendiculaire au vent. Mais auſſi la voile *c d* eſt plus pouſſée que la voile C D, dans la proportion, que le quarré du ſinus A *u*, eſt plus grand, que le quarré du ſinus A V. Il faut donc, pour que le

vaiſſeau tienne également le vent dans ces deux ſituations de voile, qu'une plus grande force contre la voile, recompenſe une plus grande longueur de chemin, c'eſt à dire, que le quarré de A *u*, ſoit au quarré de A V, comme la ligne B *l*, eſt à la ligne B P. Si la raiſon du quarré de A *u* au quarré de A V, eſt plus grande, que celle de B *l* à B P, la ſituation *c d* de la voile, ſera plus avantageuſe que la ſituation C D. Si la raiſon du quarré de A *u* au quarré de A V, eſt moins grande, que celle de B *l*, à B P, la ſituation C D de la voile, ſera plus avantageuſe que *c d*.

II.

Soit, dans la Figure deuxiéme, le vaiſſeau R M, C D la voile, A B la ligne du vent, B G perpendiculaire ſur C D, G K perpendiculaire ſur B M

prolongée, B L la ligne de la route du vaisseau. Soit une autre situation de vaisseau *r m*, la mesme situation de voile C D, les lignes *g k* & B *l*, & soit tiré *l* O perpendiculaire au vent. Par le premier Article du Chapitre second, le vaisseau dans la situation R M, va au point L, dans le mesme temps qu'il auroit esté au point G, s'il fendoit l'eau de tous costez, avec la facilité qu'il a à la fendre avec sa pointe. Le vaisseau dans la situation *r m*, ira aussi au point *l* dans ce mesme temps. Le vaisseau dans la situation R M, ira donc au point L, dans le mesme temps qu'il auroit esté au point *l*, dans la situation *r m*.

Afin que le vaisseau tienne également le vent dans ces deux situations, il faut que la ligne *l* O passe par le point L. Si la ligne *l* O passe

au dessus du vent du point L, la situation *r m* sera plus avantageuse que la situation R M, si la ligne *l* O passe au dessous du vent du point L, ce sera la situation R M qui le sera le plus.

III.

Il suit des deux articles precedents, que les diverses situations de la voile d'un vaisseau, peuvent faire que le vaisseau tienne plus ou moins le vent ; & que les diverses situations où l'on peut mettre le vaisseau sans que celle de la voile change, peuvent aussi causer le mesme effet. L'on demande donc de quelle maniere il faut situer les voiles & la proüe du vaisseau, pour qu'il aille au vent, ou qu'il tienne le vent, le plus qu'il est possible. Il faut sçavoir premierement que dans quel-

que ſituation que l'on mette la voile, celle du vaiſſeau doit eſtre toûjours ſuivant la ligne, qui coupe en deux parties égales, le complement de l'angle d'incidence du vent ſur la voile. Ainſi, dans la Figure troiſiéme, ſi AB eſt le vent, auquel BE ſoit perpendiculaire, CD une ſituation de voile, ABC ſon angle d'incidence, CBE le complement de ABC ; la ſituation du vaiſſeau la plus avantageuſe eſt ſelon la ligne BK, qui coupe l'angle CBE en deux parties égales.

DEMONSTRATION.

Soit, BG perpendiculaire ſur CD, ſoit décrit, du point B comme centre & de l'intervalle BG, le cercle AG, &, du point F milieu de BG, comme centre, & de l'intervalle FB, le demi-cercle BK ; ſoit abaiſſée du point F, la ligne FK perpendiculai-

re à BE, ſoit tirée KZ perpendiculaire au vent, BK, GK, BL, à l'ordinaire, & prenant un autre point *k*, ſoient auſſi tirées B*k*, G*k*, B*l*. Par le premier Article du Chapitre 2. & par le 1. de celuy-cy, le vaiſſeau dans la ſituation BK, ira au point L, dans le meſme temps qu'il auroit eſté au point *l*, dans la ſituation B*k*. L'arc BKH eſt coupé en deux également au point K, parce que la ligne FK eſt perpendiculaire à BE ; la ligne BK coupe donc auſſi l'arc BKH en deux parties égales. Mais la ligne KZ perpendiculaire au vent n'eſt tangente qu'au point K, parce qu'on ne peut l'éloigner de ce point ſans la ſeparer du demi-cercle BKG, ny l'approcher de BE ſans qu'elle coupe ce demi-cercle ; donc tous les autres points du demi-cercle BKG, ſont au deſſous du vent du point K.

Donc la ſituation du vaiſſeau ſelon B K, eſt la plus avantageuſe, puiſque c'eſt celle qui fait aller le vaiſſeau le plus au vent qu'il eſt poſſible. La derrive eſt égale dans ces deux ſituations, ainſi tirant les lignes K *k* & L *l*, elles ſeront paralleles, & le point L, ſera à l'égard du point *l*, ce ce que le point K, eſt au point *k*.

I V.

Puiſque la ſituation de la prouë dépend de celle de la voile, l'on aura tout determiné ſi l'on connoiſt la ſituation la plus avantageuſe de la voile, & pour la connoiſtre.

Soit, dans la Figure quatriéme, A B le vent allant de A vers B, ſoit décrit du point B comme centre un cercle A E G, ſoit C D une ſituation de voile, B E perpendiculaire au vent, B G perpendiculaire à la voile. Du point F ſoit décrit le demi-cer-

cle BK, & abaiſſé la ligne FK, qui donne le point K, & les lignes GK, BK, & BL. Prenant une autre ſituation de voile comme *cd*, ſoit élevée la perpendiculaire B*g*, ſoit décrit le demi-cercle B*k*, & ſoit tiré les lignes *fk*, *gk*, B*k*, B*l*.

Par l'article precedent, lors que la voile eſt dans la ſituation CD, le vaiſſeau doit eſtre dans la ſituation BK, & lors qu'elle eſt ſelon *cd* le vaiſſeau doit eſtre ſelon B*k*.

Si l'on tire les lignes, GH perpendiculaire à BH, FX parallele à BE, GQ parallele à BE, FQ parallele à GX, & les lignes *gh*, *fx*, *gq*, *fq*, & ſi l'on tire encore ZY parallele à BE, & YO perpendiculaire ſur la meſme ligne; l'on aura les angles droits, GHB, *gh*B, QF égale à GX, & *qf* à *gx*, la ligne ZY ſera tangente au demi-cercle B*k* au point *k*, la ligne YO

ſera égale à *k p*, & parallele à K P.

Les angles A B E, C B G, *c* B *g*, ſont droits, oſtant C B E commun aux deux premiers, l'angle G B E eſt égal à l'angle A B C, & oſtant *c* B E, *g* B E ſera auſſi égal à A B *c* ; G H eſt donc le ſinus de A B C, & *g h* de A B *c*. Par le neuviéme article du Chapitre premier, la force du vent contre la voile C D, eſt à la force du vent contre *c d*, comme le quarré de G H, eſt au quarré de *g h*. Si la force du vent contre la voile eſtoit égale dans ces deux ſituations, le vaiſſeau iroit au point L, quand ſa voile ſeroit ſelon C D, dans le meſme temps qu'il auroit eſté au point *l*, ſi la voile avoit eſté ſelon *c d*. Mais, tirant la ligne *l &* parallele à B E, il faudroit, pour tenir également le vent dans ces deux ſituations de voile, que le vaiſſeau allaſt au point *&*, dans la ſituation de voile C D, dans le meſme temps

qu'il ne va qu'au point *l*, dans la situation de voile *c d*. Il faut donc, pour tenir également le vent dans ces deux situations, que la plus grande force recompense le plus long chemin, c'est à dire, que le quarré de G H, soit au quarré de *g h*, comme B *&*, est à B *l*.

Tirant les lignes, L N parallele à B E, L R & *l r* perpendiculaires à la mesme ligne. Le quarré de G H, doit estre au quarré de *g h*, comme B *&*, est à B *l*, ou, ce qui est la mesme chose, le quarré de G H, doit estre au quarré de *g h*, comme *l r*, est à L R, ou, comme *n p* son égale, est à N P. Ainsi, pour que le vaisseau tienne également le vent dans ces deux situations de voile, il faut que le quarré de G H, soit au quarré de *g h*, comme *n p*, est à N P. Si la raison du quarré de G H au quarré de *g h*, est plus grande que celle de la ligne *n p*

à la ligne N P ; la ſituation C D de la voile ſera plus avantageuſe que la ſituation *c d*. Si la raiſon des quarrez eſt moindre, que celle des lignes, la ſituation *c d* ſera plus avantageuſe que C D.

Il ſuit de tout cecy, que s'il y avoit pluſieurs points comme G & *g*, deſquels faiſant la conſtruction comme nous venons de la faire, le quarré de G H, fût au quarré de *g h*, comme *n p*, eſt à N P ; les lignes G H & *g h* ſeroient les ſinus des angles qu'il faudroit que la voile fît avec le vent, pour que le vaiſſeau tint également le vent dans les deux ſituations de voile. Mais s'il y avoit un point G qui fuſt tel, que quelqu'autre que l'on priſt au deſſus ou au deſſous comme *g*, la raiſon du quarré de G H au quarré de *g h*, fuſt toûjours plus grande, que la raiſon de *p n*, à P N ; G H ſeroit le ſinus de l'angle qu'il faudroit

que la voile fiſt avec le vent, pour que le vaiſſeau tint le vent le plus qu'il ſeroit poſſible.

Pour connoiſtre les points également avantageux, s'il y en a pluſieurs, ou le point le plus avantageux s'il n'y en a qu'un.

Soit $BG = Bg = a$

$GH = x$ inconnû

La difference de GH à $gh = y$ autre inconnû

Donc $gh = x - y$.

$FK = \frac{1}{2} a$

$FQ = \frac{1}{2} x$

Donc $KQ = \frac{1}{2} a + \frac{1}{2} x$

$fk = \frac{1}{2} a$

$fq = \frac{1}{2} x - \frac{1}{2} y$.

Donc $kq = \frac{1}{2} a + \frac{1}{2} x \frac{1}{2} y$.

$FK = \frac{1}{2} a$

$FP = \frac{1}{2} x$

Donc $KP = \frac{1}{2} a - \frac{1}{2} x$.

$fk = \frac{1}{2} a$

$fp = \frac{1}{2} x - \frac{1}{2} y$.

Donc $kp = \frac{1}{2}a - \frac{1}{2}x + \frac{1}{2}y$.

Pour avoir generalement les lignes NP, & np, ſuppoſons que la reſiſtance que le vaiſſeau trouve à fendre l'eau avec ſon coſté, eſt à la reſiſtance qu'il trouve à la fendre avec ſa pointe, comme c, eſt à b. De ſorte que,

$c. b :: KG . KL :: kg. kl.$

Ou, parce que les lignes LN, GQ, ln, gq, ſont paralleles.

$c. b :: KQ . KN :: kq. kn.$

De ſorte que,

$c. b :: \frac{1}{2}a + \frac{1}{2}x. KN.$

Donc $KN = \frac{ab + bx}{2c}$

Par une ſemblable Analogie.

$kn = \frac{ab + bx - by}{2c}$

$KP = \frac{1}{2}a - \frac{1}{2}x$

$KN = \frac{ab + bx}{2c}$

Donc $NP = \frac{1}{2}a - \frac{1}{2}x - \frac{ab - by}{2c}$

$kp = \frac{1}{2}a - \frac{1}{2}x + \frac{1}{2}y$

$kn = \frac{ab + bx - by}{2c}$

Donc $np = \frac{1}{2}a - \frac{1}{2}x + \frac{1}{2}y - \frac{ab - bx + by}{2c}$

Nous avons veu, que les ſituations également avantageuſes pour tenir le vent, eſtoient celles où le quarré de GH, eſtoit au quarré de gh, comme np, eſt à NP. Pour avoir ces ſituations, ſuppoſe, que les quarrez ſoient en cette raiſon, l'on aura.

$$xx.\ xx - 2xy + yy :: \tfrac{1}{2}a - \tfrac{1}{2}x + \tfrac{1}{2}y - \tfrac{ab - bx + by}{2c}.\ \tfrac{1}{2}a - \tfrac{1}{2}x - \tfrac{ab - bx}{2c}$$

Multipliant les deux derniers termes par $2c$, la proportion ne change point, & l'on aura,

$$xx.\ xx - 2xy + yy :: ac - cx + cy - ab - bx + by.\ ac - cx - ab - bx.$$

Multipliant les deux extremes & les deux moyens l'on aura cette équation.

$$acxx - cx^3 - abxx - bx^3 = \left\{\begin{array}{l} acxx - cx^3 - abxx - \\ -bx^3 + cxxy + bxxy - \\ -2acxy + 2cxxy - \\ -2cxyy + 2abxy + \\ 2bxxy - 2bxyy + \\ acyy - cxyy + cy^3 - \\ abyy - bxyy + by^3. \end{array}\right.$$

Oſtant les termes qui ſe deſtruiſent, & diviſant le reſte par y, l'on aura,

$$\left.\begin{array}{l} 3cxx + 2abx \\ +3bxx - 2acx - \\ -3cxy - \\ -3bxy \end{array}\right\} = aby - acy - cyy - byy.$$

Cette équation eſt du ſecond degré, &, à cauſe des deux inconnus x & y, il y aura une infinité de points dans la Circonference E g G, qui pris deux à deux ſeront également avantageux, c'eſt à dire, qu'en prenant par exemple le point g, il y en aura un autre comme G, qui ſera auſſi avantageux; l'on aura ce point G, en determinant la grandeur de y de maniere, que y ne ſoit pas plus grande que $\frac{2ab-2ac}{b\sqrt{3}+c\sqrt{3}}$, car alors la grandeur de x ou de G H ſeroit imaginaire. Cela deviendra évident par la reſolution de cette équation.

L'on voit, que plus on fera croiſtre la valeur de y, plus le point G ſera éloigné du point g, & que plus on la diminuëra, plus ces deux points s'approcheront. Si l'on ſuppoſe y égale à Zero, les points G & g

conviendront en un meſme point, & ce point ſera le plus avantageux de tous pour tenir le vent le plus qu'il eſt poſſible.

Car alors au lieu de,

$$\left.\begin{array}{l} 3cxx + 2abx + acy \\ +3bxx - 2acx + cyy \\ \quad - 3cxy + byy \\ \quad - 3bxy - aby \end{array}\right\} = 0$$

L'on aura,

$$\left.\begin{array}{l} 3cxx + 2abx \\ +3bxx - 2acx \end{array}\right\} = 0$$

Diviſant par x l'on aura,

$$3cx + 2ab + 3bx - 2ac = 0$$

Donc $x = \frac{2ac - 2ab}{3c + 3b}$.

Si l'on fait G H $= \frac{2ac - 2ab}{3c + 3b}$, ſi l'on tire la ligne G B, & la ligne C D perpendiculaire ſur G B ; la ligne C D ſera la ſituation de voile la plus avantageuſe, puis qu'on ne peut prendre aucun autre point comme g, duquel faiſant la conſtruction comme on

l'a

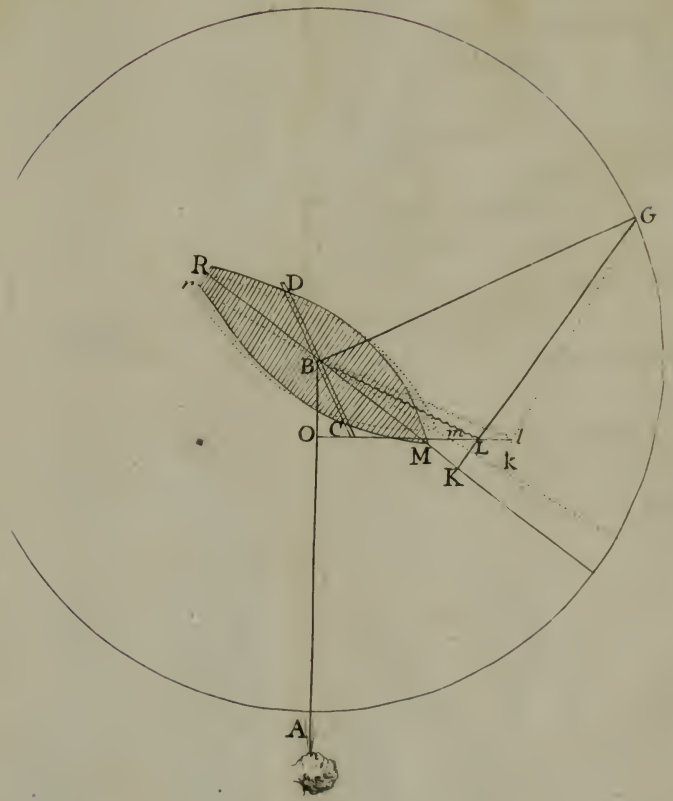
l'a faite, la raiſon du quarré de G H au quarré de $g h$, ne ſoit plus grande, que la raiſon de $n p$ à N P. Car en ſubſtituant dans l'équation $\frac{2ac - 2ab}{3c + 3b}$ à la place de x, le produit des extrémes, ſera plus grand que celuy des moyens; ou, $acxx - cx^3 - abxx - bx^3$ ſera une plus grande quantité que $acxx - cx^3$ &c. qui eſt l'autre membre de l'Equation. Il y aura donc plus grande raiſon, du premier terme au ſecond, que du troiſiéme au quatriéme, ou, ce qui eſt la meſme choſe, il y aura une plus grande raiſon, du quarré de G H au quarré de $g h$, que de $n p$, à N P.

La valeur de $x = \frac{2ac - 2ab}{3c + 3b}$, fait connoiſtre que le rapport de c à b pourroit eſtre tel, que cette valeur de x ſeroit negative, ou qu'elle ſeroit égale à Zero, c'eſt à dire, que la difficulté que le vaiſſeau auroit à fendre l'eau avec ſa pointe, pour-

roit eſtre ſi grande, par rapport à celle qu'il auroit à fendre l'eau avec ſon coſté ; que le vaiſſeau au lieu de gagner au vent, ne feroit que perdre, ou qu'il ſuivroit toûjours une route perpendiculaire au vent. Mais pour rendre $x = o$, il faudroit que la difference de c à b, multipliée par $2a$, fût auſſi égale à Zero, c'eſt à dire, que la difficulté que le vaiſſeau trouve à fendre l'eau avec ſa pointe, fût égale à celle qu'il trouve à la fendre avec ſon coſté, ce qui ne ſe trouve en aucun baſtiment.

Donc, il faut que la voile faſſe avec le vent, un angle dont $\frac{2ac - 2ab}{3c + 3b}$ ſoit le ſinus.

CH IV *fig* 2



CH. IV. *fig. 3.*

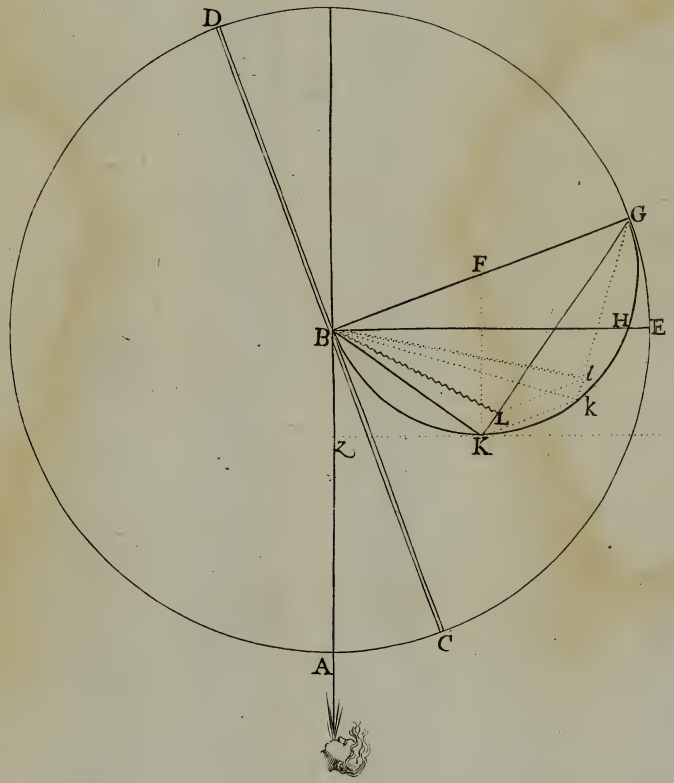
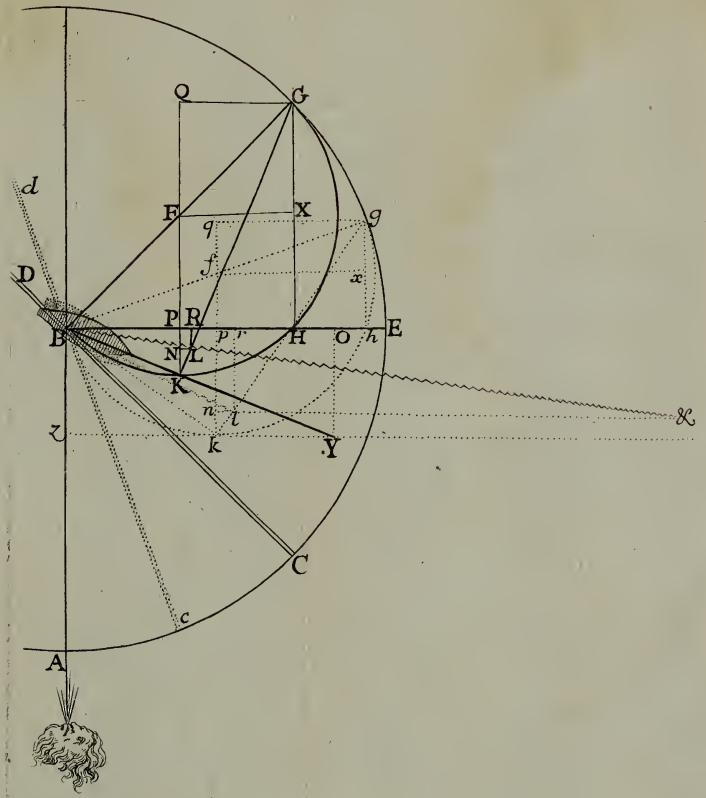
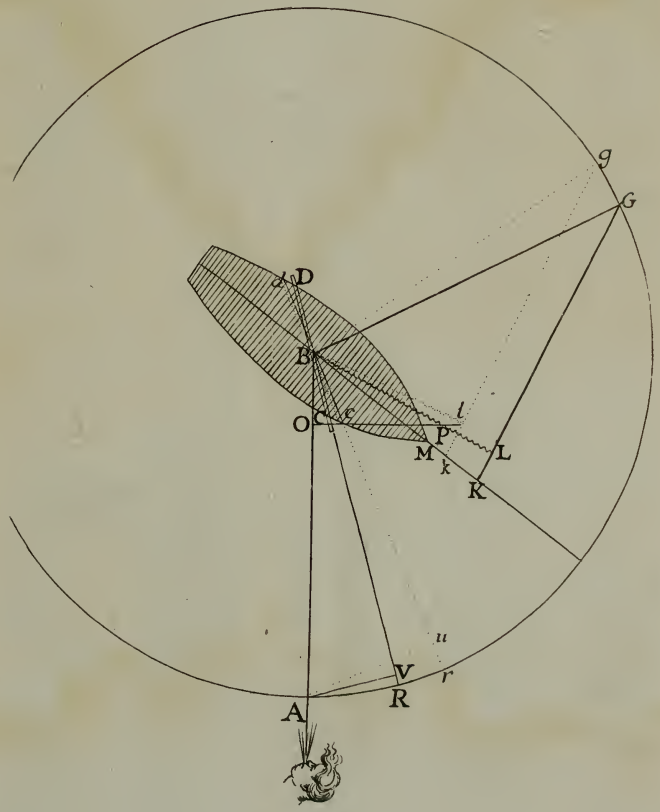


fig. 4. CH. IV.



CH. IV. fig. I.



CHAPITRE V.

De la maniere de déterminer les differentes derrives, qui dépendent des differentes ſituations de la proüe du vaiſſeau par rapport à la voile. Et de la maniere de déterminer le plus petit angle que peut faire la ligne de la route, avec la ligne qui repreſente la ſituation de la voile.

I.

SOit, dans la Figure premiere, AB le vent, CD une ſituation de voile, BG perpendiculaire à CD & diametre du demi-cercle BKG, BK la ſituation du vaiſſeau, BL ſa route. Prenant une autre ſituation de vaiſſeau comme B*k*, ſoient tirées, G*k*, B*k*, B*l*. Soit, BG, à BI, comme la reſiſtance que le vaiſſeau trouve à fendre l'eau avec

le coſté, eſt à celle qu'il trouve à la fendre avec ſa pointe, &, ſur le diametre IG, ſoit décrit le demi-cercle ILG, qui coupe les lignes KG & *k*G dans les points L & *l*.

Tous les angles comme BKG & B*k*G ſont droits, parce qu'ils ſont dans le demi-cercle. Toutes les lignes comme KG & *k*G, ſont coupées en telle ſorte par le demi-cercle ILG, que KG eſt à KL, & *k*G eſt à *kl*, comme BG, eſt à BI; parce que tirant des lignes droites du point I aux points L & *l*, ces lignes ſeront paralleles aux lignes BK & B*k*, & les lignes BG, KG, *k*G ſeront coupées en meſme proportion dans les points, I, L, & *l*. Toutes ces lignes ſont donc coupées en telle proportion, que toute la ligne, eſt à ſa partie contenuë entre les deux demi-cercles, comme la reſiſtance que le vaiſſeau trouve à fendre l'eau avec le coſté, eſt à celle

qu'il trouve à la fendre avec sa pointe. Ainsi, par le premier Article du Chapitre second, quand le vaisseau sera dans la situation B K, la ligne B L sera la ligne de sa route, & il ira au point L, dans le temps qu'il auroit esté au point G s'il fendoit l'eau de tous costez avec la facilité qu'il a à la fendre avec sa pointe ; l'angle K B L sera l'angle de la derrive. Quand le vaisseau sera dans la situation B *k*, il ira au point *l* encore dans le mesme temps, & l'angle *k* B *l* sera l'angle de la derrive. Il en sera de mesme de toutes les autres situations du vaisseau.

II.

De sorte que la situation C D de la voile estant donnée, & la construction faite à l'ordinaire, il sera aisé de déterminer la ligne de la route du vaisseau, dans quelque situation qu'on mette le vaisseau par

rapport à la voile. Il faudra tirer la ligne de la ſituation du vaiſſeau comme B K, qui coupe le demi-cercle B K G au point K, & du point K, tirer K G, qui coupe le demi-cercle I L G au point L ; la ligne B L ſera la route du vaiſſeau. Que ſi c'eſt la ligne que l'on veut que le vaiſſeau parcoure qui eſt donnée par rapport à la voile, comme la ligne B K, qui coupe le petit demi-cercle dans le point L ; Il faudra tirer la ligne G K par les points G & L, & du point K tirer la ligne B K ; Cette ligne ſera la ſituation dans laquelle il faudra mettre le vaiſſeau, pour luy faire parcourir la ligne B L.

III.

Si, dans la Figure ſeconde, l'on tire du point B, la ligne B L tangente au demi-cercle I L G, la ligne G K par les points G & L, & la ligne B K ; cette derniere ligne ſera

la ſituation dans laquelle il faut mettre le vaiſſeau, pour que la route B L faſſe, avec la voile C D le plus petit angle qu'il eſt poſſible. L'Angle C B K, que la ſituation du vaiſſeau fait avec celle de la voile, ſera auſſi le plus petit angle qui puiſſe convenir ; Car ſi l'on mettoit le vaiſſeau dans la ſituation B *k*, B *l* ſeroit la ligne de la route, & l'angle C B *l*, que cette ligne feroit avec la voile C D, ſeroit plus grand que l'angle C B L. L'on peut voir aiſément qu'il en ſera de meſme de toutes les autres ſituations du vaiſſeau.

I V.

Le petit demi-cercle I L G, détermine le rapport qu'il y a, entre les longueurs des lignes que le vaiſſeau parcourt, dans toutes ſes differentes ſituations. Car l'on a fait voir, que ſi B L eſtoit la route du vaiſſeau, le vaiſſeau arriveroit au

point L, dans le temps qu'il auroit eſté au point *l*, ſi ſa route avoit eſté ſuivant B *l*, & dans le temps qu'il auroit eſté au point H, ſi ſa route avoit eſté ſuivant B H ; & il en ſera de meſme de toute autre route, puiſque le vaiſſeau arriveroit à tous les points du demi-cercle I L G, dans le meſme temps qu'il iroit au point G s'il fendoit l'eau de tous coſtez, avec la facilité qu'il a à la fendre avec ſa pointe.

CHAPITRE VI.

De la ſituation la plus avantageuſe de la voile & du vaiſſeau, par rapport au vent, & à quelque route qu'on veüille faire.

I.

SOit, dans la Figure premiere, AB la ligne du vent, & ſoit la ligne B M tirée du point B, qui eſt le lieu où eſt le vaiſſeau, au point M, qui eſt celuy où l'on veut aller; Dans quelque ſituation que l'on mette la voile à l'égard du vent, il faut, par la methode du deuxiéme article du Chap 5. diſpoſer le vaiſſeau de maniere, qu'il parçoure la ligne B M, qui faſſe l'angle A B M avec la ligne qui repreſeute le vent.

DEMONSTRATION.

Soit, C D telle ſituation de voile qu'on voudra, B G perpendiculaire ſur C D, ſoit B G, à B I, comme la reſiſtance que le vaiſſeau trouve à fendre l'eau avec le coſté, eſt à la reſiſtance qu'il trouve à la fendre avec ſa pointe, ſur I G ſoit décrit le demi-cercle I L G, qui coupera la ligne de la route B M, au point L. Si la ligne B M n'eſtoit pas la route la plus convenable pour aller au point M, il faudroit que ce fût quelqu'autre route comme B *l*; le vaiſſeau aprés avoir ſuivi cette ligne quelque temps comme juſqu'au point *l*, iroit du point *l* au point M ſuivant *l* M, mais il parcoureroit ces deux lignes en plus de temps, que s'il s'eſtoit toûjours mû ſuivant B M. Car ſi l'on tire B l parallele à *l* M, & l L qui prolongée coupe *l* M dans le point P. Les trian-

gles, L M P, L B l, ſont ſemblables; De ſorte que P M, eſt à L M, comme l B, eſt à B L. Le vaiſſeau ſe meut ſur *l* M comme ſur B l, parce que ces deux lignes font le meſme angle avec le vent. Le vaiſſeau, par l'Article 4. du Chapitre 5. parcourt dans un temps égal les lignes, B l, B L, B *l*, il parcourt donc P M en autant de temps que L M, & toute la ligne B M, en autant de temps que les deux lignes B *l* & P M enſemble. Mais il s'en faut la partie de route *l* P, que le vaiſſeau ne parcoure auſſi promptement les deux lignes B *l* & *l* M, que la ligne B M.

Donc la ligne B M ſera la route la plus convenable du point B au point M ; car prenant tout autre point au deſſus ou au deſſous du point L, l'on raiſonnera à l'égard de ce point, comme on l'a fait à l'égard du point *l*.

II.

De ſorte, que ſi le vaiſſeau eſtoit au point B, que le vent allaſt ſuivant la détermination AB, & que la ligne B M fût tirée du lieu du vaiſſeau au point où l'on veut aller; Dans quelque ſituation qu'on miſt la voile, comme en C D, il faudroit, par la methode du deuxiéme article du Chapitre 5, diſpoſer la proüe de maniere, que la route du vaiſſeau fuſt la ligne B M, qui fait l'angle A B M avec la ligne du vent.

III.

Déterminant donc la ſituation la plus avantageuſe de la voile, par rapport au vent & à la route qu'il eſt à propos de faire, tout ſera déterminé, puiſque la ſituation du vaiſſeau l'eſt neceſſairement par celle de la voile.

Soit pour cela, dans la seconde Figure, A B la ligne du vent, C D la voile, B G perpendiculaire sur C D, I G diametre du demi-cercle I L G dans les circonstances ordinaires, B L la route qu'il est à propos de faire. Prenant un autre point comme *a*, soit tiré *a* B qui represente une autre ligne de vent, B *l* qui fasse avec *a* B un angle égal à A B L, & B *l* sera la ligne de la route quand le vent soufflera selon la détermination *a* B. De l'intervalle B G soit décrit le cercle G A, du point G soit abaissé la ligne G H perpendiculaire à B L prolongée en E, soit tiré du point F, centre du demi-cercle I L G, la ligne F R perpendiculaire à B L, & du mesme point F, aux deux points dans lesquels la ligne B L coupe le demi-cercle, les deux lignes F L & F N, & enfin la ligne A V sinus de l'angle A B C. Soient aussi tirées dans les mesmes

circonſtances les lignes G *h*, *f r*, *f l*, *f n*, & *a u*.

Par ce qui a eſté demonſtré dans l'Article precedent ; la route du vaiſſeau doit eſtre ſuivant une ligne B L, quand la ligne A B repreſente le vent, & ſuivant la ligne B *l*, quand le vent ſoufle ſelon la ligne *a* B. Si le vaiſſeau eſtoit pouſſé avec une force égale dans ces deux routes differentes, il iroit en un temps égal, ou au point L ſur la ligne B L, ou au point *l*, ſur la ligne B *l*, comme on l'a fait voir dans le quatriéme Article du Chapitre precedent ; Par conſequent le vaiſſeau avanceroit plus ſur la ligne B *l*, que ſur la ligne B L, de toute la quantité dont B *l* eſt plus grande que B L. De ſorte qu'il faudroit, pour que le vaiſſeau fiſt un chemin égal ſur ces deux lignes, que ſa vîteſſe ſur la ligne B L, recompenſaſt la longueur de la ligne B *l*,

c'eſt à dire, qu'il faudroit que la force du vent A B contre la voile, fuſt à la force du vent *a* B, comme le plus long chemin B *l*, eſt au plus petit B L. Mais, par le dixiéme Article du Chapitre premier, la voile eſt plus pouſſée par le vent A B que par le vent *a* B, dans la meſme proportion que le quarré de A V ſinus de l'angle d'incidence A B C, eſt plus grand que *au* ſinus de l'angle d'incidence *a* B C.

Il faut donc pour que le vaiſſeau avance également dans ces deux ſituations de vent, que le quarré de A V, ſoit au quarré de *a u*, comme la ligne B *l*, eſt à la ligne B L. Si la raiſon du quarré au quarré, eſt plus grande que celle de la ligne à la ligne, le vaiſſeau avancera plus dans ſa route, lorſque le vent fera avec la voile l'angle d'incidence A B C, que lors qu'il fera l'angle *a* B C. Si la raiſon des

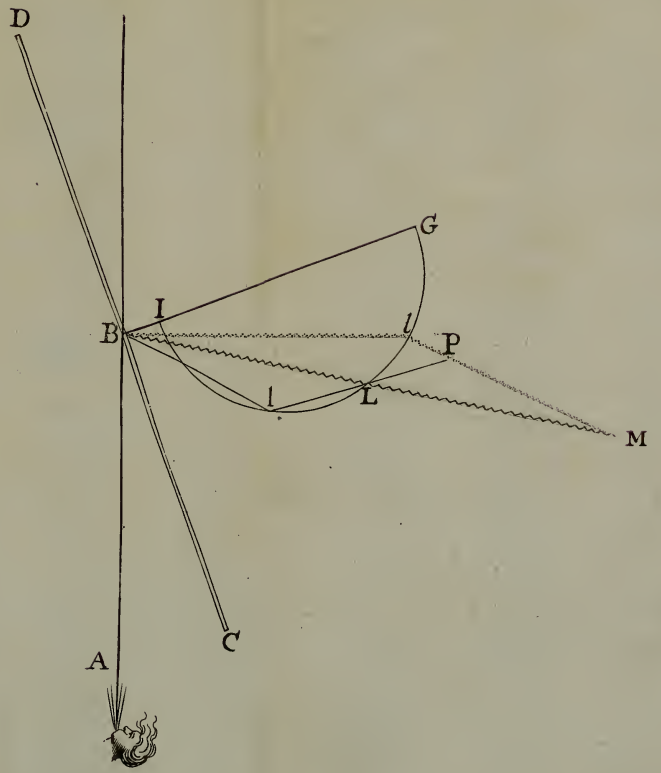
quarrez, eſt moindre que celle des lignes, le vaiſſeau avancera plus, lorſque le vent fera l'angle *a* B C, que lors qu'il fera l'angle A B C.

Mais s'il y avoit un point comme A, dans la circonferance du cercle G A, qui fût tel, que faiſant la conſtruction comme on la vient de faire, il y eût toûjours une plus grande raiſon, du quarré de A V, à tout autre quarré de ſinus d'incidence comme *a u*, qu'il n'y a du chemin que le vaiſſeau fait ſuivant B *l*, au chemin qu'il fait ſuivant B L; le vaiſſeau avanceroit plus dans ſa route, lorſque le vent feroit avec la voile l'angle d'incidence A B C, que lors que le vent feroit tout autre angle d'incidence.

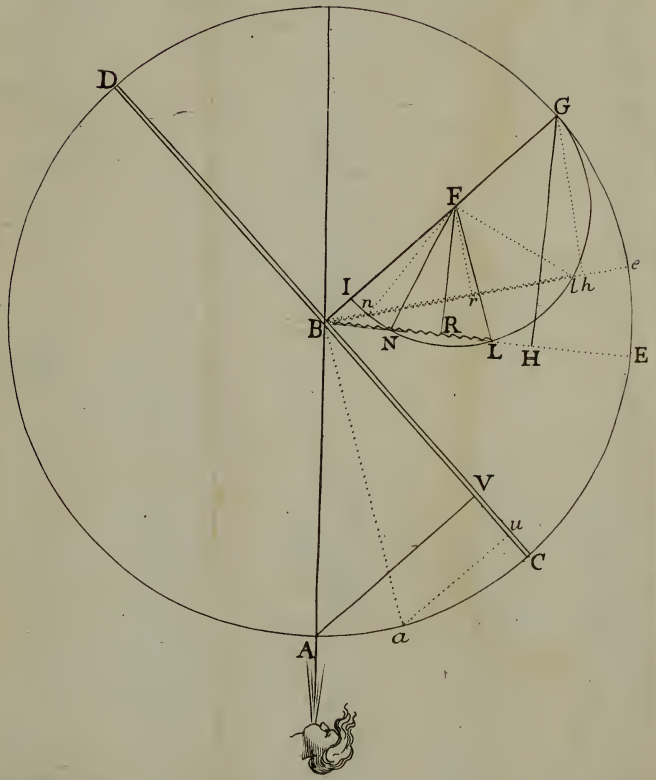
Pour trouver ce point, par la methode du quatriéme Article du Chapitre quatriéme.

Soit

fig. I. CH. VI.



CH. VI. fig. 2.



Soit $AV = x$

y égale à la difference de AV, à tel autre sinus d'incidence qu'on voudra comme $a\ u$.

$AB = a$

L'on trouvera l'expression Analitique des lignes BL & Bl, qui multipliées par les quarrez de AV & de $a\ u$, donneront une équation. Mais comme la resolution en est trop composée, l'on se contentera de la methode méchanique du Chapitre suivant. L'on peut remarquer seulement, que quand la route BL fait un angle droit avec le vent,

$$x = a\,\frac{\sqrt{12aa + 12bb} - 6\sqrt{a^4 + 14aabb + b^4}}{3a + 3b}$$

CHAPITRE VII.

De l'angle que le gouvernail doit faire avec la quille du vaisseau, pour prendre vent devant, ou pour arriver vent arriere, le plus promptement qu'il est possible.

SOit la ligne A B representant la quille du vaisseau, B D une situation du gouvernail, B C le gouvernail prolongé ou la barre du gouvernail, B le point de l'Estambot sur lequel tourne le gouvernail. De ce point B comme centre, soit descrit un cercle D G E, soit tiré B E perpendiculaire sur A B, B G perpendiculaire sur C D, G H perpendiculaire sur B E. Prenant une autre situation de gouvernail comme B *d* prolongée en *c*, soit tiré dans les mesmes circonstances, B *g*, & *g h*.

Si le vaiſſeau ſe meut en avant ſuivant la ligne B A, les angles A B C & A B *c*, égaux aux angles G B E & *g* B E, ſeront les angles d'incidence des parties de l'eau contre le gouvernail, dans les deux ſituations C D & *c d*; & les lignes G H & *g h* ſeront les ſinus de ces angles. Les lignes B G & B *g*, ſelon leſquelles le gouvernail eſt pouſſé dans ces deux ſituations, ſont égales entre elles, & elles expriment des mouvemens compoſez à l'égard de la ligne B E; Ainſi, par la regle du ſixiéme Article du Chapitre premier, le gouvernail également pouſſé dans ces deux ſituations, ira en un temps égal, ou au point H, s'il eſt dans la ſituation C D, ou au point *h*, s'il eſt dans la ſituation *c d*. De ſorte qu'il avancera plus, lors qu'il ſera ſelon *c d*, que lors qu'il ſera ſelon C D, dans la proportion que B *h*, eſt plus grande

que B H. Mais auſſi le gouvernail dans la ſituation C D, eſt plus pouſſé que dans la ſituation *c d*, en meſme proportion que le quarré du ſinus de l'angle A B C, eſt plus grand que le quarré du ſinus de l'angle A B *c*. Il faut donc, afin que le gouvernail avance également dans ces deux ſituations, que la force dont il eſt pouſſé, recompenſe la longueur du chemin qu'il fait ſur la ligne B E ; C'eſt à dire, que le quarré du ſinus de l'angle d'incidence A B C, ou le quarré de G H, ſoit au quarré du ſinus d'un autre angle d'incidence A B *c*, ou au quarré de *g h*, comme la plus grande ligne B *h*, eſt à la plus petite B H. Si la raiſon des quarrés eſtoit plus grande que celle des lignes, la ſituation C D, ſeroit plus avantageuſe que la ſituation *c d* ; Si la raiſon des lignes eſtoit la plus

grande, la ſituation *c d*, ſeroit la plus avantageuſe.

Il faut remarquer, que l'on ne peut ſuppoſer à la rigueur, que l'impulſion de l'eau contre le gouvernail ſe faſſe dans le point B. Car cette impulſion ne ſe peut reünir que dans le centre d'impulſion du gouvernail, c'eſt à dire, à peu prés dans ſon milieu. De ſorte, que la force qui oblige le vaiſſeau à tourner, ne le determine point à ſe mouvoir ſuivant la ligne B E perpendiculaire à la quille, mais ſuivant une perpendiculaire, à une ligne qu'on tireroit du centre de mouvement du vaiſſeau au centre d'impulſion du gouvernail. Cette ligne eſt preſque la meſme que la quille du vaiſſeau, parce que la moitié de la largeur du gouvernail n'eſt pas ſenſible, eu égard à ſa diſtance au centre de mouvement du vaiſſeau. Par conſequent la per-

pendiculaire à cette ligne, eſt ſenſiblement la meſme que la ligne B E dont nous avons parlé.

De ſorte que s'il y avoit un point comme G, duquel faiſant la conſtruction comme on la vient de faire, il y euſt toûjours une plus grande raiſon du quarré de G H, au quarré de quelqu'autre ſinus comme *g h*, qu'il n'y a de B *h*, à B H ; le vaiſſeau gouverneroit plus viſte, lorſque l'eau feroit avec le gouvernail un angle d'incidence égal à l'angle G B E, ou que le gouvernail feroit avec la quille l'angle D B A, que lors qu'il feroit avec la quille quelqu'autre angle que ce pût eſtre.

Pour trouver ce point, par la methode du quatriéme Article du Chapitre quatriéme.

Soit B G = *a*

B H = *x*

y = H h, ou à la difference de B H, à B h.

Donc B h = $x + y$.

G H = $\sqrt{aa - xx}$

$g\ h$ = $\sqrt{aa - xx - 2xy - yy}$.

Suppoſant que le quarré de G H, ſoit au quarré de $g\ h$, comme B h, eſt à B H ; L'on aura,

$aa - xx . aa - xx - 2xy - yy :: x + y . x$

Qui donnera l'Equation,

$aax - x^3 = \left\{ \begin{array}{l} aax - x^3 - 3xxy - \\ -3xyy + aay - y^3. \end{array} \right.$

Oſtant les termes qui ſe deſtruiſent, & diviſant par y, l'on aura,

$aa - 3xx - 3xy - yy = 0$

Faiſant $y = 0$, L'on aura,

$aa - 3xx = 0$

$x = \sqrt{\frac{1}{3} aa}$

& G H = $\sqrt{\frac{2}{3} aa}$

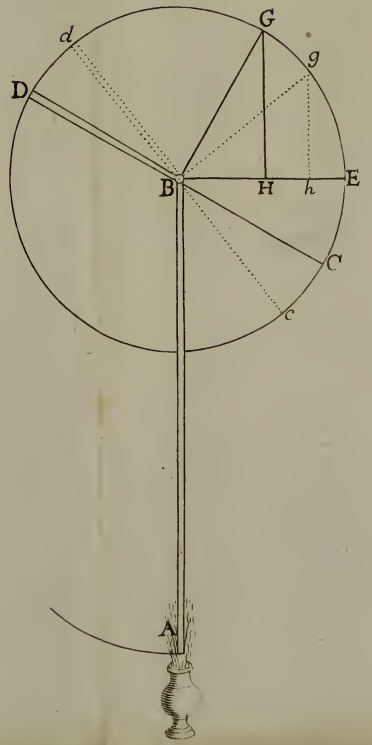
De ſorte que ſi l'on fait B H =

$\sqrt{\frac{1}{3}aa}$, ou G H $= \sqrt{\frac{2}{3}aa}$, l'on aura le point G, de maniere qu'il y aura toûjours une plus grande raiſon, du quarré de G H, au quarré de gh, qu'il n'y a de B h, à B H. Car ſubſtituant, dans la premiere équation, $\sqrt{\frac{1}{3}aa}$ à la place de x; le produit des extrémes $aax - x^3$, ſera plus grand, que le produit des moyens, qui compoſe l'autre membre de l'Equation.

Ainſi, tirant du point G la ligne G B perpendiculaire ſur le gouvernail au point B, l'angle A B D ſera l'angle qu'il faudra que le gouvernail faſſe avec la quille, ou l'angle A B C celuy de la barre du gouvernail avec la quille. Le ſinus de l'angle A B C, ſera égal à $\sqrt{\frac{2}{3}aa}$, c'eſt à dire, qu'il faudra que la barre du gouvernail faſſe avec la quille, un angle à peu prés de 55. degrez.

Afin que le gouvernail faſſe preciſément cet angle avec la quille, il

CH. VII. *fig. I.*



RPJCB

faudra mettre un taquet, au cercle qui ſouſtient le bout de la barre du gouvernail dans la Sainte Barbe, & le diſpoſer de maniere que l'arc, compris entre la quille & le taquet, ſoit du nombre de degrés qu'on vient de dire. La barre du gouvernail devra toûjours eſtre arreſtée par cette marque, car ſi elle la paſſoit, le plus nuiroit au lieu de ſervir.

CHAPITRE VIII.

De la maniere de déterminer méchaniquement la ſituation la plus avantageuſe des voiles & de la prouë d'un navire, tant pour gagner au vent, que pour faire quelque route que ce puiſſe eſtre, ou pour donner chaſſe à un baſtiment.

SOit la ligne droite ABF diviſée en deux parties égales au point B, ſoit élevée la perpendiculaire BE, & ſur AB comme diametre, ſoit deſcrit le demi-cercle BCA. Diviſant ce demi-cercle de 20 en 20 degrez, ou pour une plus grande juſteſſe, de 5 en 5, aux points C1, C2, &c, ſoient tirées les lignes BC1, BC2, &c, &, des meſmes points ſur AB, les perpendiculaires C1 g1, C2 g2, &c. Soit fait AB, à *n* B, comme la reſiſtance que le

vaiſſeau trouve à fendre l'eau avec le coſté, eſt à la reſiſtance qu'il trouve à la fendre avec ſa pointe, & ſur B *n* comme diametre, ſoit deſcrit le petit demi-cercle B *r n*, que les lignes B C coupent aux points *r*. De ces points ſoient tirées ſur B *n*, toutes les perpendiculaires *r i*.

Par le huitiéme Article du Chapitre premier ; ſi la ligne A B exprime la force abſoluë du vent, contre une voile ſituée ſelon la perpendiculaire B E, la ligne A *g*1 exprimera la force relative avec laquelle le vent pouſſe la voile B C1, & toutes les lignes A *g*, exprimeront dans leur ordre, les forces relatives du vent contre les voiles B C.

Soient élevées, B G1 perpendiculaire à B C1, B G2 perpendiculaire à B C2, &c ; & ſoit fait B G1 égale à A *g*1, B G2 égale à A *g*2, &c.

Le vaiſſeau arrivera dans un temps égal, ou au point F, ſi ſa prouë eſt

ſur la ligne B F & ſa voile ſur B E, ou au point G1, ſi ſa prouë eſt ſur la ligne B G1 & ſa voile ſur B C1, ou enfin à tout autre point G, pourveu que ſa prouë ſoit ſur B G, & ſa voile ſuivant B C qui luy répond. Car le vaiſſeau eſtant dans la meſme ſituation à l'égard du point F, & de chaque point G, fendra l'eau avec la meſme facilité ; de ſorte que les chemins qu'il parcourera dans un temps égal ſur chaque ligne B G, ſeront entr'eux, comme les forces dont le vaiſſeau eſt pouſſé ſur ces meſmes lignes. Et par la conſtruction, ces forces ſont entr'elles, comme la ligne B F, & les lignes B G.

Le grand demi-cercle B C A, & le petit demi-cercle B *r n*, ſont coupez proportionnellement. Il faut donc que A B, ſoit à *n* B, comme A *g*1, eſt à *n i*1, comme A *g*2 eſt à *n i*2 &c. Mais, par la conſtruction, A B, eſt à *n* B, comme la re-

sistance que le vaisseau trouve à fendre l'eau avec le costé, est à la resistance qu'il trouve à la fendre avec sa pointe ; Toutes les lignes A *g* & *ni*, sont donc entr'elles dans la mesme proportion.

De sorte, que si l'on prend B N sur B F égale à *n* B, B I1 sur B G1 égale à *n i1*, B I2 sur B G2 égale à *n i2* & ainsi des autres : la ligne B F, & toutes les lignes B G, seront coupées en telle proportion, que B N, sera à B F, & toutes les parties B I, à toutes les lignes B G, comme la resistance de costé, est à la resistance de pointe. Car les lignes *n i* ou B I, qui sont égales entre elles, auront ce mesme rapport, avec les lignes égales A *g* & B G.

Sur les parties N F, I1 G1, I2 G2 &c, soient descrits le demicercle N F, & tous les autres I G.

La figure estant achevée de cette

maniere, elle peut servir à déterminer, ce qui est porté par le titre de ce Chapitre.

Car si A B est la ligne du vent, que le vaisseau soit au point B, & que B *l* soit la ligne de la route qu'on veut faire ; Il faut regarder quel demi-cercle coupe la ligne B *l* le plus loin du point B, en cet exemple on voit que c'est le demi-cercle G3 Q I3, qui la coupe au point Q, & la ligne B C3, qui est perpendiculaire à B G3 diametre de ce demi-cercle, donne la situation la plus avantageuse de la voile ; En sorte qu'il faut que le vent fasse avec la voile, l'angle d'incidence A B C3.

DEMONSTRATION.

Par le premier Article du Chapitre sixiéme, il faut que la route soit suivant B *l*, &, par le quatriéme Article du Chapitre cinquiéme,

ſi la route du vaiſſeau eſt ſuivant cette ligne, le vaiſſeau ira au point Q, dans le meſme temps qu'il auroit eſté au point G3, ſi ſa proüe avoit eſté tournée vers ce point. Par la meſme raiſon, ſi l'on ſuivoit toûjours la meſme route, & que l'on miſt la voile dans la ſituation B C4, le vaiſſeau iroit au point R, dans le temps qu'il auroit eſté au point G4, ſi ſa proüe avoit eſté tournée vers ce point. Mais l'on a fait voir que le vaiſſeau, dans les meſmes circonſtances, iroit en un temps égal, ou au point G3, ou au point G4 ; Il ira donc en un temps égal, ou au point Q, ſi ſa voile eſt dans la ſituation B C3, ou au point R, ſi elle eſt dans la ſituation B C4 ; Il avancera donc plus de la quantité R Q, lorſque ſa voile ſera ſituée ſelon B C3, que lors qu'elle le ſera ſelon B C4. Il en ſera de meſme de toute autre ſitua-

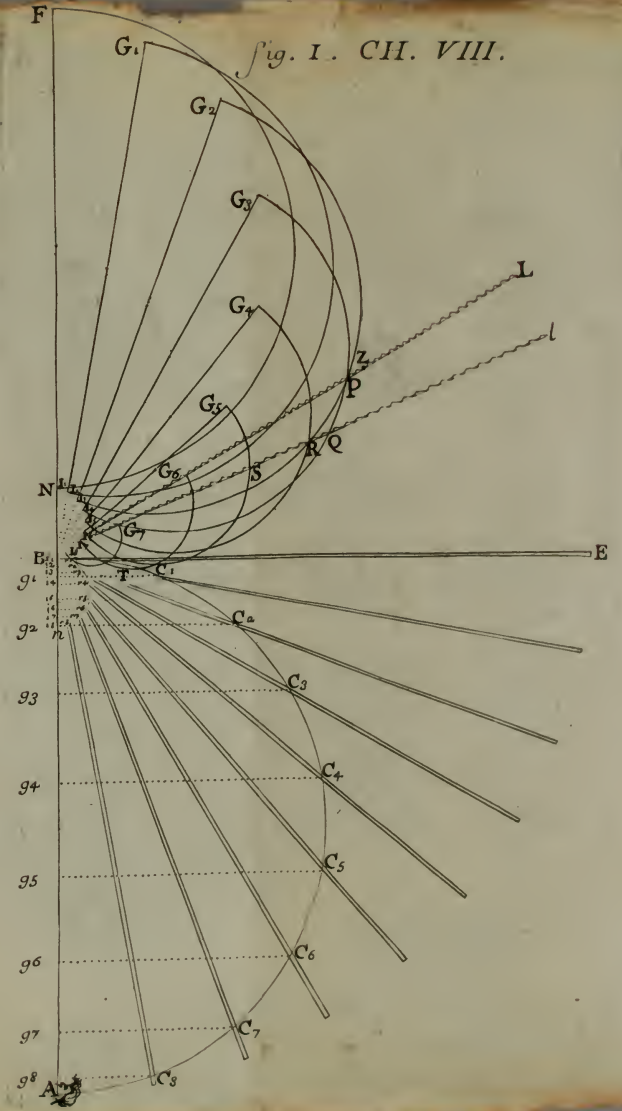
tion B C, que de la ſituation B C 4; Si B C 5, par exemple, eſtoit la ſituation de la voile, le vaiſſeau n'iroit qu'au point S, dans le temps qu'il auroit pû aller juſqu'en Q, & ne feroit avec la voile B C5, que les deux tiers à peu prés du chemin qu'il auroit fait avec la voile B C3. Ainſi cette ſituation B C3, eſt la plus avantageuſe.

Il faut cependant conſiderer, ſi, ſuivant la conſtruction que l'on vient d'enſeigner, l'on ne pourroit point décrire quelqu'autre demi-cercle, qui coupaſt la ligne B *l* dans un point, plus éloigné de B, que n'eſt le point Q.

L'on pourra le voir aiſément, en imaginant une ligne courbe tangente à tous ces demi-cercles, telle qu'on la décriroit, ſi, ſuivant la conſtruction, l'on faiſoit des demi-cercles à l'infiny. Si, par exemple, la route qu'il faudroit faire eſtoit

ſuivant

fig. 1. CH. VIII.


F
G1
G2
G3
G4
G5
G6
G7
L
l
Z
P
R
Q
S
N
B
E
T
C1
C2
C3
C4
C5
C6
C7
C8
g1
g2
g3
g4
g5
g6
g7
g8
A

ſuivant la ligne B L ; On voit, que ſi l'on menoit une ligne courbe qui touchaſt tous ces demi-cercles, la ligne B L en ſeroit coupée dans un point, plus éloigné de B, que le point P.

Cela fait connoiſtre, que l'on pourra conſtruire entre B G2 & B G3 un autre demi-cercle, dans les meſmes circonſtances que les autres, qui coupera la ligne B, en un point comme Z, au delà du point P. Ainſi pour aller ſur la route B L, il faudra ſituer la voile entre B C2 & B C3.

Cette Figure fait voir encore, la proportion des chemins que le vaiſſeau peut faire, dans toutes ſes routes differentes. Le chemin, par exemple, que le vaiſſeau peut faire ſuivant la route B *l*, eſt à celuy qu'il peut faire ſuivant la ligne B L, comme la ligne B Q, eſt à la ligne B Z. Car le vaiſſeau, dans les meſ-

mes circonſtances à l'égard de chacune de ces routes, ira en un temps égal, ou au point Q, ou au point Z.

Il faut remarquer, qu'à la verité l'on avance plus dans la route B L que ſuivant B *l*; mais auſſi l'on tombe plus ſous le vent, & l'on y tombe plus, en proportion, de la perpendiculaire qui du point Z ſeroit abaiſſée ſur B E, à la perpendiculaire qui du point Q ſeroit abaiſſée ſur la meſme ligne. Cela eſt évident par le commencement du Chapitre troiſiéme.

On peut encore déterminer par cette figure, quelle doit eſtre la ſituation de la voile pour aller au vent le plus qu'il eſt poſſible. Il n'y a qu'à voir quel demi-cercle paſſe le plus au deſſus du vent de la ligne B E, comme en cet exemple, le demi-cercle décrit ſur le diametre I*6* G*6*. La ligne B C*6*, perpendiculaire à ce diametre, ſera la ſitua-

tion la plus avantageuſe de la voile ; La route du vaiſſeau ſera la ligne B T, tirée du point B au point du demi-cercle qui eſt le plus au deſſus du vent ; & le plus éloigné perpendiculairement, de la ligne B E ; la ſituation du vaiſſeau pour faire cette route, ſera déterminée par le deuxiéme Article du Chapitre cinquiéme.

L'on peut voir aiſément de tout cecy, ce qu'il faut obſerver quand on donne chaſſe à un baſtiment qui eſt ſous le vent. Car ſi d'un coſté pour faire plus de chemin, on fait aller plus vent largue, c'eſt à dire, ſi l'on fait faire à la route un plus grand angle avec la ligne du vent ; Il faut prendre garde, à ne point trop tomber ſous le vent. C'eſt pourquoy, il faut comparer la quantité que l'on tombe pour aller juſqu'au baſtiment, au chemin que l'on fera plus que luy en tom-

bant de cette quantité ; Afin de voir, ſi cette difference de chemin le fera atteindre : Car autrement, l'on donneroit dans l'inconvenient de faire ce qu'on appelle Chaſſe Angloiſe, c'eſt à dire, ſe mettre ſous le vent & en arriere. Ces conſiderations ſeront aiſées à examiner, ſi l'on entend bien le troiſiéme Chapitre, le quatriéme ſeulement juſqu'à l'endroit de l'Algebre, & ce Chapitre-cy.

L'on voit encore, que quand on prend chaſſe eſtant au deſſous du vent d'un autre baſtiment, la route la plus avantageuſe, eſt celle qui ſuit la ligne tirée d'un vaiſſeau à l'autre ; A moins qu'on n'euſt ſous le vent quelque terre qui empeſchaſt, ou qu'eſtant à peu prés également au vent, l'on ne reconnuſt, que le vaiſſeau ſur lequel on eſt, a beaucoup d'avantage ſur l'autre à aller au plus prés du vent. Ce que

l'on peut connoiſtre en faiſant pluſieurs fois les obſervations du Chapitre troiſiéme.

CHAPITRE IX.

Avis pour la Pratique.

L'On a ſuppoſé juſqu'icy que les voiles eſtoient des ſuperficies plates, quoy qu'elles ne le ſoient pas. Il faut examiner preſentement, la difference que leur courbure y apporte.

Soit, dans la Figure premiere, le vaiſſeau R M, la voile courbe C B D, & les lignes paralleles, *a b*, A B, a b, qui repreſentent le vent. Le point *b* de la voile eſt pouſſé par le vent, comme le ſeroit la ligne *f p*, qui touche la voile dans ce point ; Par conſequent, le point *b*, eſt pouſſé ſuivant *b g* qui luy eſt perpendiculaire. Par la meſme raiſon,

le point B, ſera pouſſé vers G, & le point b, vers g. Il en eſt de meſme de tous les autres points qui ſont entre ceux-cy. De ſorte que la voile eſt pouſſée ſuivant une ligne droite, qui aura une direction moyenne entre les lignes *b g*, B G, b g, & toutes celles qui ſont entre ces lignes. Le vaiſſeau ſera donc pouſſé de la meſme maniere, que ſi ſa voile eſtoit plate, qu'elle fuſt ſituée ſuivant une ligne perpendiculaire à la direction moyenne, & qu'elle fuſt pouſſée par une force moyenne entre toutes les forces, dont la voile eſt pouſſée vers la direction moyenne.

Si la ligne F P eſtoit la ſituation la plus avantageuſe de la voile, & que la voile aprés avoir eſté bien bordée fît la courbure D B C; L'on voit que les parties B C & B D de la voile, ne ſeroient pas dans la ſituation la plus convenable, puis

qu'elles ne ſont pas ſituées ſuivant F P, & que le vent fait un trop grand angle d'incidence avec la partie B C, & un trop aigu avec la partie B D.

Pour remedier à ce deffaut autant qu'il eſt poſſible ; Il faut, dans la Figure deuxiéme, porter vers la proüe M, le dogue d'ameure qui eſt au point D, & l'arreſter à un point comme *d*, en ſorte que la voile eſtant bordée, & ſa ralingue touchant le premier auban qu'on ſuppoſe eſtre au point K ; la partie *d* B K ſoit aprochée le plus qu'il ſera poſſible, de la ligne F P. Et il faut avoir au point K, contre le bord, un bon chandelier qui tienne bien au bord, & qui deborde le plat-bord, autant à peu prés qu'il le faudroit pour aller juſqu'à la ralingue de la voile ; Afin de fraper dans ce chandelier un Palan, qui ſaiſiſſe la voile au point K ; Ce qui

ſe pourroit faire, par le moyen d'une patte qu'on feroit ſur la ralingue de la voile, un peu vers le dedans du vaiſſeau, & l'on paſſeroit dans cette patte, le croc de la poulie de retour du Palan. Il faut enſuite, un peu en arriere du point C de la voile, avoir un bout-hors comme O *n*, qui ſoit bien ſaiſi au Navire par quelque lien de fer, & y mettre meſme quelque eſpece de hauban pour le tenir plus ferme contre le bord; Il faut faire ſortir ce bout-hors le plus qu'il ſera poſſible, afin qu'en y frappant une poulie de palan double à l'extremité *n*, & une poulie ſimple avec ſon erſe au point C de la voile; l'on puiſſe paſſer un garant dans ces deux poulies, & porter par le moyen du palan, le point C de la voile vers le point F; en ſorte que la partie B K C de la voile, ſoit dans la ſituation B K *c*, la plus

approchante qu'il ſera poſſible, de la ligne F P.

Par ce moyen, ou par quelqu'autre ſemblable, on feroit que les vaiſſeaux tiendroient le vent avec leurs baſſes voiles beaucoup plus qu'ils ne font : Ce qui ſeroit conſiderable, tant pour gagner le vent, ou pour aller mieux qu'un autre vaiſſeau, que pour s'élever d'une coſte.

Car il eſt à remarquer, que la difference de ces courbures de voile, fait que les vaiſſeaux tiennent beaucoup plus le vent, avec leurs huniers, qu'avec leurs baſſes voiles ; & qu'il leur eſt impoſſible, de s'élever d'une coſte avec ces dernieres. La raiſon en eſt, que comme on borde les huniers avant qu'on mette le vent dedans, ces voiles ſe trouvent tendües le long des grandes vergues autant qu'elles le peuvent eſtre, & lors qu'enſuite on les

fait porter, le vent ne les ſçauroit preſque plus faire courber. Il n'en eſt pas de meſme des baſſes voiles, car on les amure, & auſſi-toſt qu'on commence à les border, le vent donne dedans, & les fait courber de telle maniere, qu'on ne peut plus les applatir ; tant, parce qu'il faudroit une trop grande force, que parce qu'elles ne ſont pas tirées par les eſcoutes dans le ſens qu'il le faudroit. Car la poulie de retour de l'écoute eſtant vers N, le point C de la voile, eſt tiré vers ce coſté-là, & meſme les aubans la retiennent vers K, au lieu qu'il faudroit que la voile fût tirée vers *n*, pour approcher de la ſituation la plus convenable.

Le deffaut qui vient d'une trop grande courbure de voile, ſe trouve encore plus dans les Galeres. Car comme on y borde les eſcoutes au vent, il y a une partie de la

voile, qui pouſſe la Galere en arriere & s'oppoſe entierement à ſon ſillage, & une partie ſituée de coſté, qui ne ſert qu'à faire derriver.

Pour le mieux concevoir. Soit, dans la Figure troiſiéme, la Galere R M, D B C la figure de la voile, & les lignes paralleles *a b*, A B, a b, qui repreſentent le vent. L'on voit, par ce qui a eſté dit, qu'au point *b*, la voile eſt pouſſée vers *g*, & au point B, vers G, qu'ainſi elle eſt pouſſée de coſté, & ne ſert qu'à faire derriver. Le point b, eſt pouſſé vers g, qui eſt en arriere, & par conſequent, il empeſche d'aller de l'avant. De ſorte que ſi la ligne *f p* eſtoit la ſituation la plus avantageuſe de la voile, la partie *b* D ſeroit aſſez proche de cette ligne, & la partie B C en ſeroit fort éloignée.

Pour ſituër la voile plus avantageuſement, il faudroit un palan à

l'endroit du point *b*, pour tenir la partie D*b* comme elle eſt, enſuite mettre les eſcoutes ſous le vent, avoir un bout-hors pour pouſſer le point C vers *c*, & mettre la partie *b* C dans la ſituation *b c*, la plus approchante qu'il ſera poſſible de la ligne *f p*.

Il ſera neceſſaire d'avoir égard à ces courbures, quand on fera l'épreuve du deuxiéme Article du Chapitre 2, pour ſçavoir le rapport de la reſiſtance que le vaiſſeau trouve à fendre l'eau avec le coſté, à la reſiſtance qu'il trouve à la fendre avec la pointe. Car il faudra prendre le vent perpendiculaire à la voile, afin qu'elle ſoit uniforme, & que la force moyenne ſoit perpendiculaire à la vergue; l'on ſçaura par ce moyen de quel coſté le vaiſſeau eſt pouſſé. Pour en eſtre plus aſſuré, il faudra faire beaucoup de ces épreuves en mettant la voile

en plusieurs situations & faisant aller vers differens costez, à cause des courants qui se pourroient rencontrer ; & il faudra prendre un milieu entre toutes ces épreuves.

Il faut observer encore, que le vaisseau soit alesté toûjours de la mesme maniere, c'est à dire, qu'il soit dans la mesme situation à l'égard de la ligne Horizontale ; afin qu'il rencontre toûjours les parties de l'eau de la mesme façon, & qu'ainsi, le rapport de la resistance de costé à celle de pointe, soit toûjours le mesme. Il faut, pour cet effet, non seulement que la proüe & la poupe tirent autant d'eau dans un temps que dans un autre, mais aussi, qu'autant qu'il se pourra, la charge du bastiment soit toûjours disposée de la mesme maniere ; Autrement, les vagues faisant quitter à l'eau tantost l'avant & tantost le derriere, l'équi-

libre du vaiſſeau varieroit & le bâtiment tangueroit plus ou moins ; Ce qui pourroit cauſer quelque changement dans ce rapport. Par les obſervations du Chapitre ſecond, l'on pourra mettre le vaiſſeau dans la ſituation la plus avantageuſe, par rapport à la ligne Horiſontale. A l'égard de la charge du vaiſſeau, il faut la diſpoſer de maniere, qu'elle ſoit le plus qu'il ſera poſſible vers la maiſtreſſe Varangue ou le maiſtre ban. Car alors, les extrémitez eſtant le moins chargées qu'elles le puiſſent eſtre, le vaiſſeau ne tombe pas ſi rudement quand l'eau les abandonne ; en ſorte, que ſon gros n'entre pas ſi avant dans l'eau, & que le vaiſſeau ne trouve pas tant d'eau, à pouſſer en avant.

Il faut remarquer dans le Chapitre 7, que conſiderant à la rigueur l'angle qu'il faudra que le

gouvernail faſſe avec la quille, il ne ſera pas préciſément de la grandeur qu'on a dit. Car lorſque le gouvernail eſt dans la ſituation B D, le vaiſſeau eſt pouſſé de coſté, ſuivant B E, de la quantité B H, & en arriere, ſuivant H G, de la quantité H G. Lorſque le gouvernail eſt dans la ſituation B *d*, le vaiſſeau eſt pouſſé de coſté de la quantité B *h*, & en arriere, ſuivant *h g*, de la quantité *h g*. Ainſi, le vaiſſeau eſt plus pouſſé en arriere, lorſque le gouvernail eſt ſelon B D, que lors qu'il eſt ſelon B *d*, en meſme raiſon que H G, eſt plus grande que *h g*. Par conſequent, le vaiſſeau perdra plus de ſon aire, c'eſt à dire, de ſa vîteſſe, & la force abſoluë de l'eau ne ſera pas ſi grande, lorſque le gouvernail ſera ſelon B D, que lors qu'il ſera ſelon B *d*. L'on peut ajoûter, que le vaiſſeau ne va pas ſuivant la di-

rection de sa quille, mais un peu de costé à cause de sa derrive. Ainsi, l'on ne peut dire à la rigueur que l'angle qu'on a marqué soit le plus parfait de tous : Ce seroit quelque chose de moins à cause de ces differences ; mais comme elles ne sont pas sensibles, cet angle est le plus approchant de la justesse qu'il est possible. C'est toûjours le plus grand angle, que la barre du gouvernail doit faire avec la quille ; & c'est un advantage de mettre un taquet à l'endroit qui termine cet angle, comme on a dit dans le Chapitre 7, afin que la barre du gouvernail ne puisse estre poussée plus loin.

Quant aux moyens de mettre la voile dans la situation la plus avantageuse, aprés que cette situation aura esté connuë ; On pourra mettre des marques, aux escoutes, & aux bras, & mesme aux boulines,

nes, pour connoiſtre quand la voile ſera dans cette ſituation. Car, par exemple, lorſque la marque d'un bras ou d'une eſcoute viendra juſqu'à ſon taquet, aprés qu'on aura mis cette marque pour la faire venir juſqu'en cet endroit, l'on ſera aſſuré, que la voile ſera orientée comme il le faudra, quand meſme ce ſeroit la nuit.

Il faut obſerver, que ces marques ne ſe doivent mettre qu'aux bras des grandes vergues, parce qu'elles ſont toûjours de la meſme hauteur. Il n'en faut point aux bras des vergues des huniers, ny des perroquets, parce qu'on les hiſſe plus ou moins, & qu'ainſi l'endroit de ces marques varieroit. Mais les grandes vergues eſtant dans la ſituation qu'elles doivent avoir, il ne ſera pas difficile de regler deſſus toutes les autres.

F I N.

ERRATA.

Page 5. l. 6. I', *lisez*, II

Page 11. l. 1. finus verſe de, *liſez*, ſinus verſe du double de

Page 12. l. 7. & 8. vîteſſe, *liſez*, force.

Page 12. l. 19. & page 13. l. 8. ſinus verſe, *liſez*, ſinus verſes

Page 17. l. antepen. à l'Oëſt, *liſez*, à l'Eſt.

Page 29. l. 12. des lignes qu'ils parcourent, *adjoûtez*, que nous ſuppoſons terminées dans leur point de rencontre.

Page 39. l. 5. La derrive eſt égale, *liſez*, Les derrives ſont ſemblables.

Page 40. l. 17. Z Y, *liſez*, Z *k*.

Page 42. l. 8. & 13. B *l*, *liſez*, B L.

l. 9. L N parallele, *liſez*, L N & *l n* paralleles.

Page 44. ligne 16. $\frac{1}{2} a + \frac{1}{2} x \frac{1}{2} y$, *liſez*, $\frac{1}{2} a + \frac{1}{2} x - \frac{1}{2} y$.

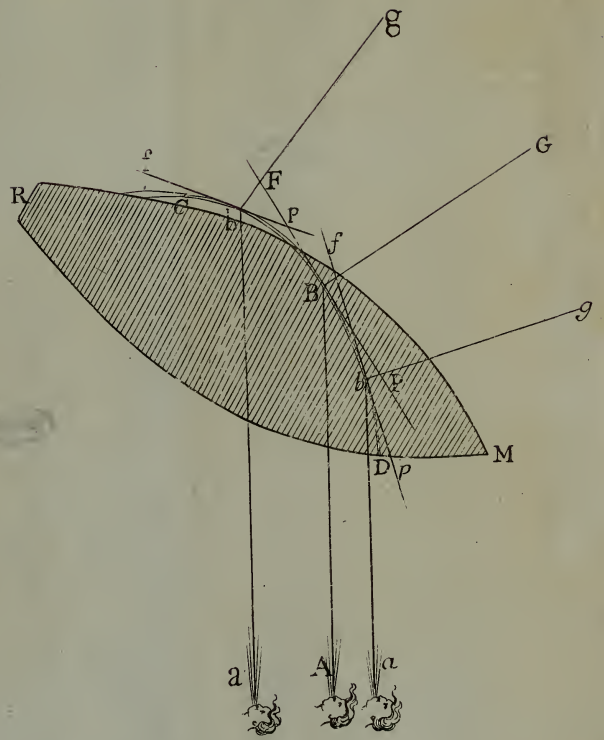
Page 50. l. 9. *effacez*, multipliée par $2a$.

Page 52. l. 4. qui coupe, *liſez*, qui coupera.

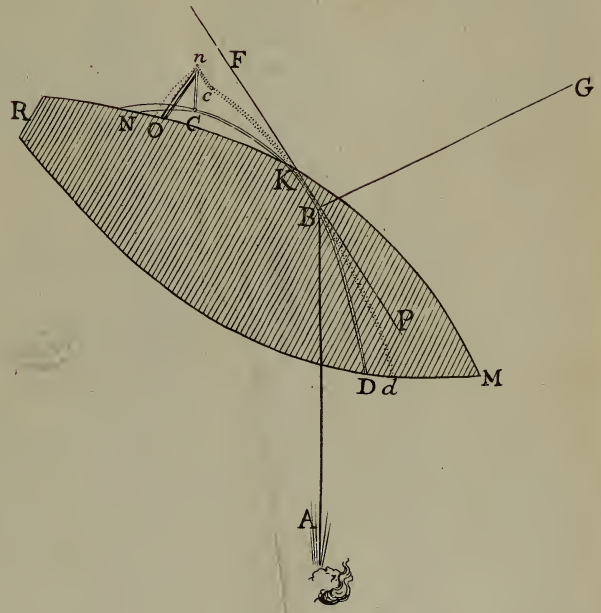
Page 54. l. 11. B K, *liſez*, B L.

Page 63. l. 11. que *a u*, *liſez*, que le quarré de *a u*.

CH. LX. fig. I.



CH. LX. *fig.* 2.



86-45

E688
R395d

34

E
1788
R3 Ed